

## De nombreux points communs souvent insoupçonnés

*Formé à la gestion de la production et des opérations auprès de plusieurs grands fabricants européens de papier et de ouate, j'ai eu l'opportunité d'élargir mon horizon depuis mon arrivée chez SKF en tant que consultant en production.*

*Voici maintenant plusieurs années que je voyage à travers l'Asie. J'aime toujours autant découvrir comment les choses sont menées dans les différents pays et usines dans lesquels j'interviens.*

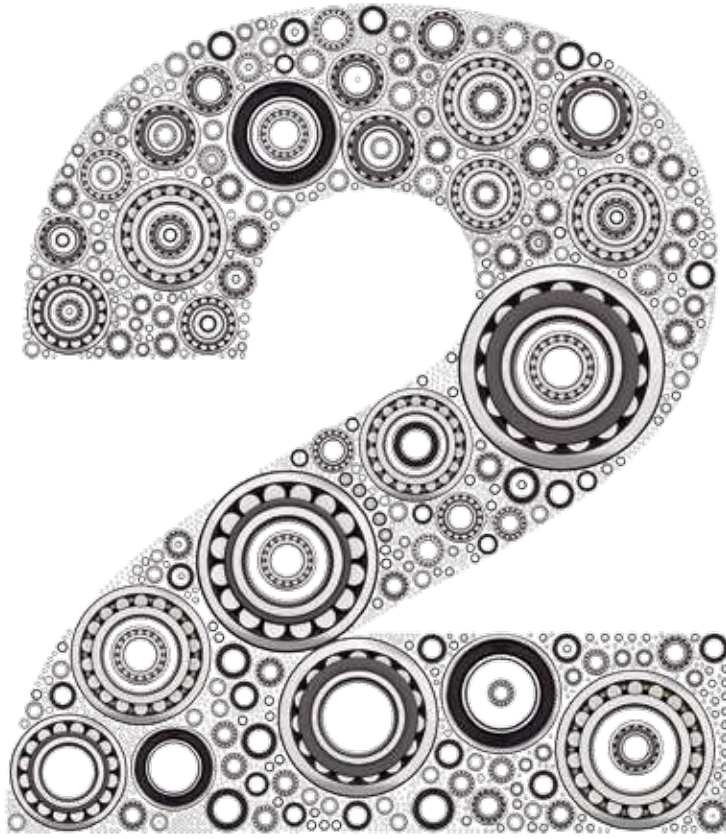
Il est fascinant d'observer la manière dont les usines gèrent leurs processus de production et la disponibilité de leurs équipements. Les différences sont parfois très marquées, mais je suis aussi souvent frappé par les similitudes. Par exemple, les problèmes liés aux aléas quotidiens et ceux relatifs à la sécherie, susceptibles, les uns comme les autres, d'affecter la production, semblent relativement universels. Il y a quelques années, je me souviens d'une réunion de la direction d'une usine pour laquelle je travaillais. Suite à une défaillance de roulement sur un cylindre Yankee, chacun se félicitait du fait qu'une seule journée de production avait été perdue. De mon côté, je me

disais que cela n'aurait jamais dû se produire. Je réfléchissais à ce que nous aurions pu faire pour empêcher cette défaillance. Il avait été jugé prioritaire de relancer la production au plus vite et, pour être honnête, l'équipe avait fait un excellent travail sur ce plan. En revanche, rien n'avait été entrepris pour connaître ce qu'aurait pu ou aurait dû être la durée de service du roulement ni aucune analyse des causes de défaillance pour éviter que le problème ne se reproduise. Ce 6<sup>ème</sup> numéro du SKF Info Papeterie ainsi que le suivant sont consacrés aux roulements des cylindres sécheurs et Yankee. Nous nous intéresserons aux conditions de fonctionnement, aux problématiques et aux solutions pour remédier aux défaillances prématurées de roulements. J'espère que ces deux numéros susciteront votre intérêt et vous seront utiles.

*Cordialement,  
Andy Cross,*

*Consultant en production - Industrie Papetière  
andrew.cross@skf.com*





## Roulements à rotule sur rouleaux SKF Explorer : la norme d'endurance et de performance

Les roulements à rotule sur rouleaux SKF Explorer sont utilisés dans des équipements soumis à des processus exigeants. Ils requièrent un haut degré de fiabilité, même dans des conditions de fonctionnement et de lubrification sévères.

Les roulements à rotule sur rouleaux SKF Explorer diminuent les échauffements et durent 2 fois plus longtemps que les roulements conventionnels. Ils offrent aussi un allongement des intervalles de maintenance et améliorent la productivité et la rentabilité de vos équipements industriels. Dans leur version étanche, ils limitent les opérations de relubrification.

Les roulements à rotule sur rouleaux SKF Explorer contribuent également à réduire l'impact environnemental grâce à l'optimisation de la consommation d'énergie et de lubrifiant.

Pour en savoir plus, scannez le code QR ou rendez-vous sur [skf.com/SRB](http://skf.com/SRB)



**The Power of Knowledge Engineering\***  
\* La puissance de l'expertise

© SKF est une marque déposée du Groupe SKF | © SKF Groupe 2014

**SKF**®

# Lubrification des roulements de cylindres sécheurs et Yankee

## (1<sup>ère</sup> partie)

Les ingénieurs SKF qui travaillent aux côtés de fabricants de papier sont fréquemment interrogés sur le jeu interne des roulements, le traitement thermique des bagues et la lubrification la mieux adaptée aux applications de cylindres sécheurs et Yankee. En effet, après la corrosion et la contamination par l'eau dans la section humide, ce sont les problématiques auxquelles ils sont le plus confrontés. Ce 6<sup>ème</sup> numéro est consacré à ces sujets. Le thème étant vaste, nous avons décidé d'y consacrer également le prochain numéro de SKF Info Papeterie.

## Conditions de fonctionnement

Les roulements des cylindres sécheurs et des cylindres Yankee sont relativement similaires. Ils ne sont pas soumis à des vitesses élevées ni à de fortes charges. La vapeur, utilisée pour chauffer ces cylindres, peut en revanche poser problème. En passant par l'alésage du tourillon sur lequel sont montés les roulements (Fig. 1), elle entraîne une dilatation radiale et axiale du tourillon comme du cylindre. Il est donc nécessaire d'utiliser un roulement ou palier qui supporte une dilatation axiale du tourillon relativement importante par rapport au bâti de la machine, coté conducteur.

La vapeur chauffant à la fois les tourillons et les roulements - les premiers atteignant une température plus élevée que les seconds - les bagues intérieures doivent supporter la dilatation radiale qui en

découle. Cette contrainte s'ajoute ainsi à celle due à un montage avec un ajustement serré sur la portée. Compte tenu de l'écart de température entre les bagues intérieures et extérieures des roulements, un jeu radial interne supérieur au jeu normal est requis pour s'assurer de conserver un jeu suffisant et éviter toute précharge.

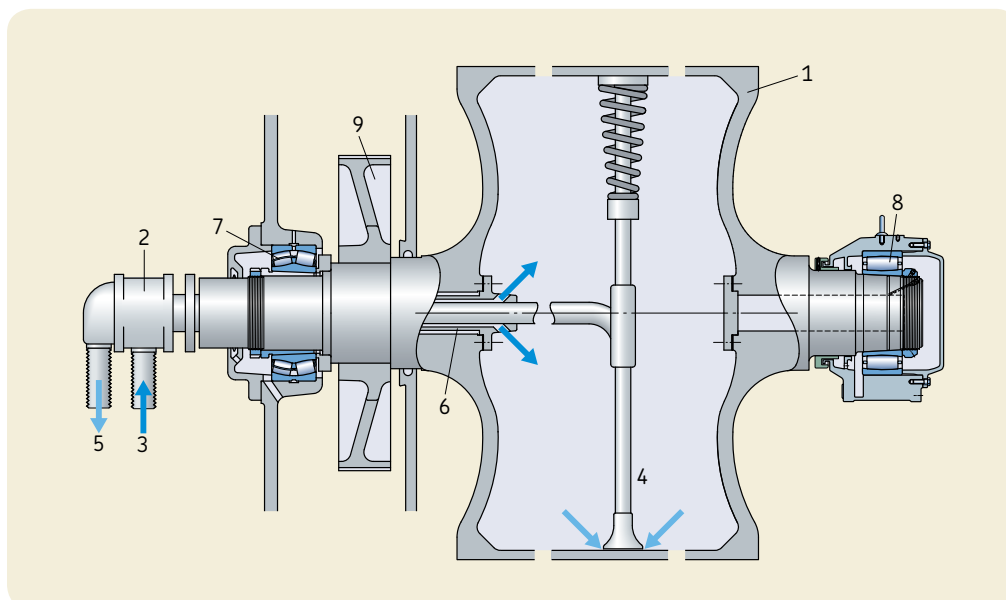
Les valeurs maximales de réduction du jeu interne et de contraintes exercées sur la bague intérieure sont atteintes lors d'un démarrage à froid. Les illustrations (Fig. 2, 3, 5 et 6) montrent la répartition calculée de la température sur la section d'un montage au démarrage. Ces résultats ont été vérifiés et confirmés sur un cylindre sécheur réel - dont la température était surveillée - pour des débits d'huile compris entre un et deux litres à la minute.

Le roulement de référence dans notre modèle de simulation est un roulement à rotule sur rouleaux 23052 CCK/C4W33 fonctionnant à une vitesse de 130 tr/min avec un débit d'huile de 2 l/min.

Au démarrage, la température de la vapeur s'élève à 180 °C et puis à 130 °C dans des conditions de fonctionnement normales.

Dans le cas d'une répartition de la température, telle qu'illustrée sur la fig. 2, la contrainte circonférentielle dans la bague intérieure est supérieure d'environ 60%, soit près de 220 Mpa contre 136 Mpa après montage. Le jeu radial interne du roulement est réduit de 0,28 mm sur la fig. 2 et de 0,12 mm sur la fig. 3. Un roulement dans la classe de jeu radial interne C4 peut être préchargé au démarrage.

Fig. 1 : Exemple de montage typique de roulements sur un cylindre sécheur



- 1 Cylindre sécheur
- 2 Joint rotatif
- 3 Admission de la vapeur
- 4 Siphon
- 5 Condensation
- 6 Isolation du tourillon
- 7 Roulement côté transmission
- 8 Roulement côté conducteur
- 9 Entraînement

Cela n'affecte pas nécessairement le bon fonctionnement du roulement, mais toute erreur de forme au niveau du palier ou de la portée d'arbre, d'ordinaire compensée par le jeu radial du roulement, peut avoir des répercussions lorsque le jeu radial interne est supprimé. La durée de service du roulement est affectée et une défaillance du roulement est à craindre.

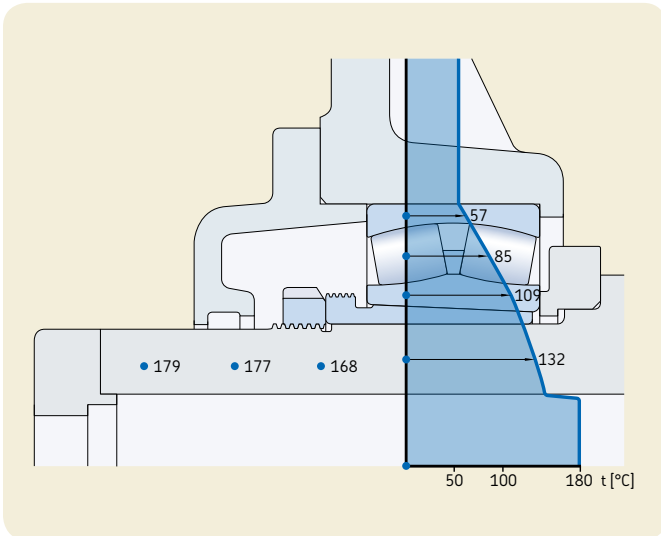
Si, dans notre exemple, la température de la bague intérieure du roulement est proche de 107-109°C, il est important de majorer d'environ 20°C - lorsque la vapeur dépasse 170°C en l'absence d'isolation du tourillon - la température de la bague intérieure du roulement. La vapeur chauffe, non seulement le roulement mais aussi le lubrifiant, or la viscosité cinématique de l'huile varie de façon significative en fonction de la température.

De l'air dans l'espace, entre l'alésage du tourillon et le tube dans lequel passe la vapeur (fig. 4), permet de réduire le transfert thermique vers les roulements.

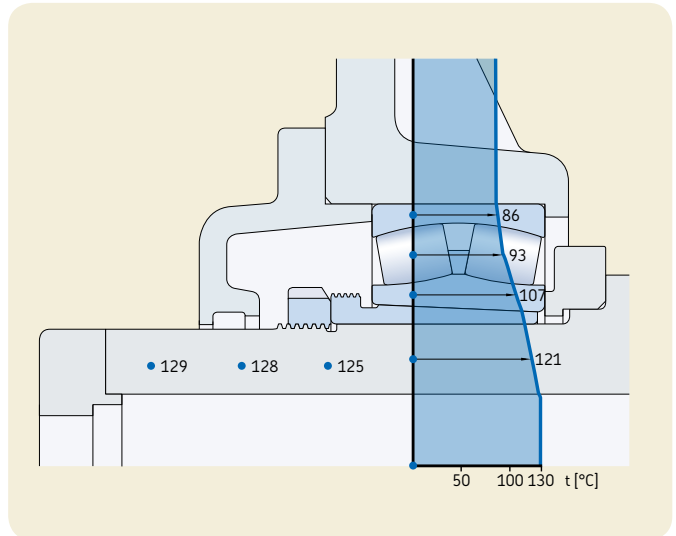
Il est à noter qu'un autre espace est aménagé à l'extrémité du tourillon et que, sans cela, les températures indiquées sur les fig. 5 et 6 seraient plus élevées.

Enfin, en isolant l'alésage et l'extrémité des tourillons, il est possible de réduire la température des roulements d'environ 35°C. L'effet bénéfique sur le lubrifiant, en termes d'épaisseur de film et de durée de service, est considérable.

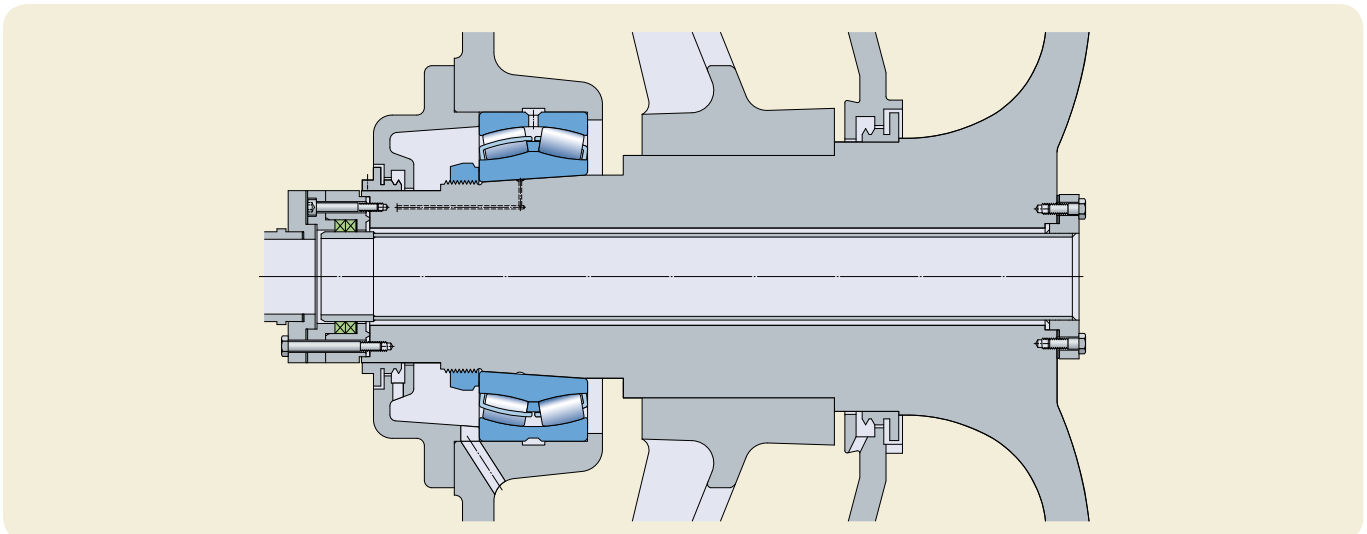
**Fig. 2 : Répartition de la température 15 à 30 minutes après la mise en route avec un tourillon non isolé**



**Fig. 3 : Répartition de la température en fonctionnement avec un tourillon non isolé**



**Fig. 4 : Isolation par un intervalle d'air du côté entraînement d'un cylindre sécheur**



# Principaux problèmes sur les cylindres sécheurs et Yankee

- 1 L'oxydation prématurée de l'huile produit un dépôt noir collant, voire une carbonisation. C'est ce que j'appelle la "mort noire" (fig. 7 et 8). Ce phénomène peut être dû à l'utilisation d'une huile inappropriée, à des débits d'huile trop faibles, à des températures trop élevées, à la contamination qui accélère l'oxydation etc.
- 2 La diminution du débit d'huile, due à des fuites souvent causées par un encrassement des tuyaux de retour, exerce une forte résistance à l'écoulement.
- 3 L'utilisation d'une huile inappropriée. De nombreuses huiles du commerce, destinées à la sécherie des machines à papier, ne satisfont pas aux exigences SKF. Des tests ont été réalisés dans le but de valider l'adéquation de ces lubrifiants avec les conditions de fonctionnement caractéristiques des machines à papier. Certains présentent un vieillissement prématuré et se révèlent agressifs pour l'acier des roulements.
- 4 La contamination liquide due à la condensation, au nettoyage haute pression, à une fuite du joint rotatif/siphon fixe. En effet, la plupart des séparateurs huile/eau ne sont pas suffisamment efficaces pour évacuer la totalité de l'eau. Résultat : un déséquilibre néfaste car l'eau pénètre dans le système en quantité supérieure par rapport à l'eau évacuée.
- 5 Problèmes de fissuration de la bague intérieure des roulements. Ce phénomène se produit au démarrage, lorsque le tourillon présente une température très supérieure à celle de la bague intérieure du roulement. La fissure naît généralement à un endroit où il y a déjà un début d'avarie comme une indentation, une microfissure de fatigue en sous-couche, un écaillage ou une marque de corrosion. Certains roulements y sont plus sujets que d'autres selon le type de traitement thermique de l'acier utilisé. Les roulements cémentés ne sont pas l'unique solution. Depuis de nombreuses années, bon nombre de clients utilisent des roulements SKF trempés à cœur sans problème.

- 6 Des températures trop élevées. Il s'agit généralement de machines anciennes : les tourillons des cylindres sécheurs ne sont pas isolés et on leur impose des vitesses élevées pour des raisons de productivité. Au lieu d'ajouter des cylindres sécheurs supplémentaires et/ou d'augmenter l'évacuation de l'eau dans la section presses, on augmente la température de la vapeur sans isoler les tourillons.
- 7 Surcharge axiale. La bague extérieure du roulement à rotule sur rouleaux - monté libre dans le sens axial coté conducteur - ne peut pas glisser dans son logement. Une rouille de contact excessive dans l'alésage du logement et/ou sur le diamètre extérieur du roulement en est généralement la cause. Il y a également des cas où la différence de température, importante entre le logement et la bague extérieure du roulement, s'est traduite par un ajustement serré de la bague extérieure dans sa portée.
- 8 Défaut d'alignement excessif. Ce problème concerne les montages équipés d'un roulement à rouleaux cylindriques utilisé en position de palier libre. Tout est parfaitement aligné à la mise en service de la machine mais, au fil du temps, une déformation du bâti apparaît. A peine visible à l'œil nu, cette déformation suffit à réduire la durée de service des roulements à rouleaux cylindriques qui sont très sensibles aux défauts d'alignement. Généralement, les roulements sont remplacés mais sans vérification de l'alignement. Repositionner le palier à l'aide de repères et/ou de goupilles de fixation n'est pas suffisant. La première fois qu'un roulement CARB a été installé sur un cylindre sécheur en France, en 1996, c'était chez International Paper à Saillat sur Vienne. Il s'agissait de remplacer un roulement à rouleaux cylindriques soumis à un défaut d'alignement excessif probablement causé par un déplacement du bâti. En 1997, j'ai remplacé 43 roulements à rouleaux cylindriques N 3040 K/C4VA701 par des roulements CARB C 3040 K/HA3C4 sur une machine en service depuis 22 ans. L'inspection de ces roulements avait révélé que 15 d'entre eux présentaient des traces de charge typiques des roulements soumis à un défaut d'alignement excessif. Deux d'entre eux étaient déjà écaillés.

Fig. 5 : Répartition de la température 15 à 30 minutes après la mise en route avec un tourillon isolé

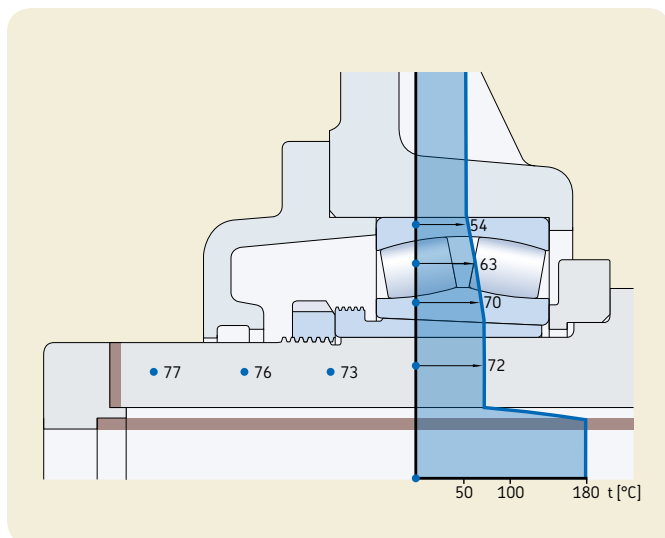
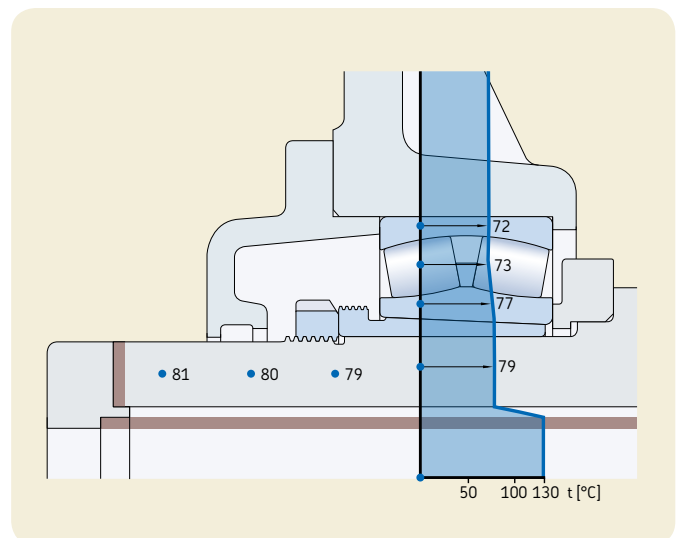


Fig. 6 : Répartition de la température en fonctionnement avec un tourillon isolé



Bon nombre de ces problèmes sont liés entre eux. Prenons l'exemple d'une machine à papier ancienne sur laquelle les tourillons ne sont pas isolés. La vitesse a été augmentée et, avec elle, la température de la vapeur. L'huile présente alors un vieillissement précoce.

L'oxydation rapide de l'huile se traduit par une lubrification inadaptée des roulements et induit une contamination des tuyaux de retour par des dépôts. Ces dépôts, à l'origine d'une résistance à l'écoulement, obligent l'usine à réduire le débit pour minimiser les fuites. Ce défaut de lubrification endommage les pistes des roulements, ce qui accroît le risque de fissuration des bagues intérieures.

En général, lors d'une défaillance de roulement, les papeteries remettent d'abord en cause le type de roulement et sa capacité de charge.

En réalité, les causes sont liées principalement à l'huile utilisée, au débit, à une mauvaise isolation des tourillons et à la présence d'eau dans l'huile.

En cas de tourillons non isolés et d'une température élevée de la vapeur, les roulements équipés de bagues cémentées sont souvent sélectionnés. Selon moi, il ne s'agit que d'une solution temporaire. La durée de service du roulement sera de toute manière courte due à une mauvaise lubrification. Même des débits d'huile très élevés ne parviendront pas à réduire suffisamment la température pour permettre la formation d'un film d'huile adéquat. En effet, l'huile en excès s'écoule trop vite à travers le palier. La véritable solution consiste à isoler les tourillons.

## Types de roulements

Dans les applications de cylindres sécheurs et Yankee, il existe de nombreux types de roulements et montages différents. Intéressons-nous aux plus courants.

Aujourd'hui, côté entraînement, la plupart des cylindres sécheurs sont équipés de roulements à rotule sur rouleaux. Certaines machines, parfois très anciennes, sont équipées de paliers lisses ou de roulements à joint diamétral. Ces derniers semblent fournir une solution satisfaisante lorsque les roulements présentent une durée de service courte et doivent pouvoir être remplacés facilement et rapidement. L'espace entre les deux parties de la bague intérieure reste toutefois un point

**Fig. 7 : Huile carbonisée**



faible. Il est aussi impossible de régler, avec une précision suffisante, l'ajustement serré de la bague intérieure.

D'expérience, les types de roulements sont plus variés à l'avant des machines : on observe de moins en moins de paliers lisses, beaucoup de roulements à rotule sur rouleaux, quelques roulements à rouleaux cylindriques et de plus en plus de roulements CARB.

Une telle diversité s'explique par le déplacement axial et le défaut d'alignement, caractéristiques des applications papetières, ainsi que par les nombreuses tentatives pour résoudre les problèmes qui en découlent. Certaines des solutions mises en œuvre fonctionnent, d'autres moins. Je vous propose de passer en revue les points forts et points faibles de chaque type de roulement.

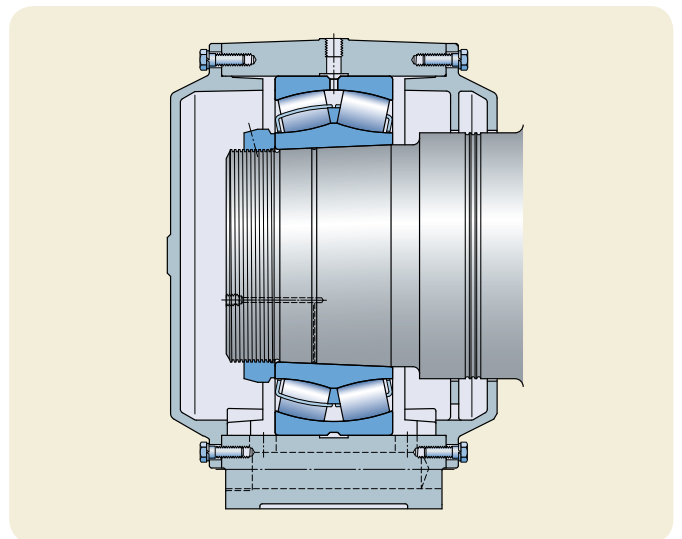
Commençons par les roulements à rotule sur rouleaux.

Ces roulements offrent deux possibilités de montage : boulonnage du palier sur le bâti de la machine et compensation du déplacement axial par le déplacement axial du roulement dans son logement (fig. 9); ou montage du palier sur des couteaux avec le roulement bloqué axialement dans le logement.

**Fig. 8 : La "mort noire"**



**Fig. 9 : Palier boulonné sur le bâti avec compensation du déplacement axial par le roulement libre dans son logement**



Ce premier montage concerne surtout les machines anciennes et les machines dites "étroites", peu concernées par des vitesses et/ou des températures de vapeur particulièrement élevées. Dans ce cas, un roulement standard peut être utilisé, à condition qu'il soit fabriqué dans un acier trempé approprié tel que l'acier des roulements SKF. Cependant, deux problématiques subsistent avec ce type de montage. Le premier problème réside dans la température supérieure de la bague extérieure par rapport au logement. Au démarrage, la dilatation radiale peut suffire à supprimer tout jeu entre la bague extérieure et l'alésage du logement. La bague extérieure reste alors bloquée, ce qui provoque une surcharge axiale du roulement et entraîne une défaillance précoce. Pour éviter cela, le roulement est monté avec un ajustement très "libre" dans l'alésage du logement - généralement F7, parfois E7, au lieu de l'ajustement G7 habituel.

Toutefois, pendant le fonctionnement normal de la machine, le palier atteint une température à laquelle l'ajustement s'avère "trop libre", augmentant le risque de rouille de contact.

Dans le cas d'un déplacement axial important, on observe de la rouille de contact sur la bague extérieure. Ceci s'aggrave par la présence d'eau dans l'huile et le vieillissement du lubrifiant. Lors du déplacement axial du roulement, la bague extérieure se déplace par à-coups. Ce phénomène résulte du frottement par adhérence (coefficient  $\mu_{ad}$ ) et du frottement par glissement (coefficient  $\mu_{gl}$ ). Dans des conditions satisfaisantes,  $\mu_{ad} = 0,15$  à  $0,25$  et  $\mu_{gl} = 0,08$  à  $0,15$ .

Imaginons, par exemple, que  $\mu_{gl} = 0,12$  et  $\mu_{ad} = 0,20$  sur un cylindre sécheur pesant 15 tonnes. Dans ce cas, le roulement ne présente aucun déplacement jusqu'à ce que la charge axiale due à la dilatation thermique atteigne  $(15/2 \times 0,20) = 1,5$  tonnes. Le roulement se déplace ensuite axialement mais cesse lorsque la charge axiale descend en dessous de  $(15/2 \times 0,12) = 0,9$  tonne. Si la dilatation thermique se poursuit, la charge axiale augmente à nouveau. Le roulement est alors soumis à une charge axiale résiduelle comprise entre 0,90 et 1,2 tonnes. En cas de rouille de contact et de vieillissement de l'huile, les coefficients de frottement par adhérence et par glissement sont nettement supérieurs et peuvent même dépasser 0,40.

Très souvent, le calcul de la durée nominale d'un roulement de cylindre sécheur est basé sur une charge axiale nulle. Or, il existe bien une charge axiale qui influe considérablement sur la durée de service du roulement. Pour un roulement 23052 CCK/C4W33, une charge axiale égale à 15% de la charge radiale réduit de 70% sa durée nominale théorique. Si la charge axiale est égale à 40% de la charge radiale, la durée nominale théorique est réduite de 96%. C'est pourquoi certaines équipes de conception de fabricants de machines à papier exigent parfois une durée nominale supérieure à  $L_{10} h = 200\ 000$  heures. SKF déconseille cette solution de montage de roulements coté conducteur sur des machines conçues pour des laizes supérieures à 4 500 mm. Personnellement, je la déconseille pour tous les cylindres sécheurs.

Dans le cas d'un palier monté sur trois couteaux avec un roulement bloqué axialement dans le logement, le déplacement axial est compensé par celui du palier sur les couteaux. La forme des couteaux permet alors au palier de se maintenir à une hauteur constante (fig. 10 et 11).

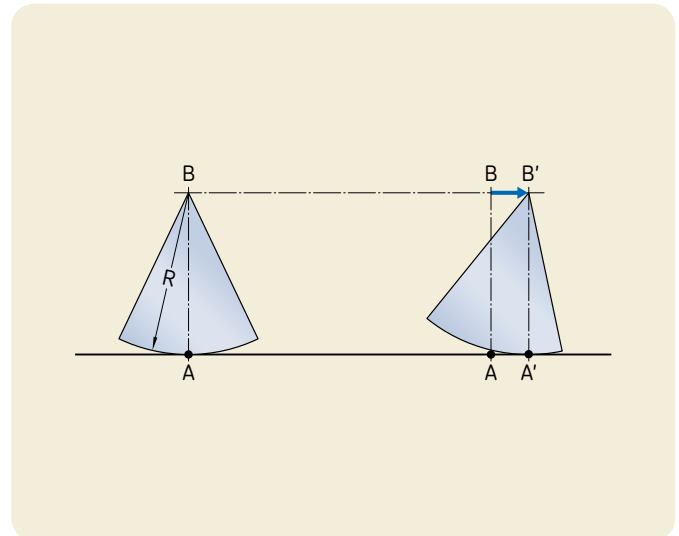
Pour les cylindres Yankee, des couteaux supplémentaires peuvent s'avérer nécessaires sur le côté car la presse et/ou les rouleaux de presses aspirantes poussent le cylindre dans le sens radial. Si la charge

radiale diverge de plus de  $30^\circ$  vers le bas par rapport à la position verticale (fig. 12), des couteaux latéraux sont nécessaires.

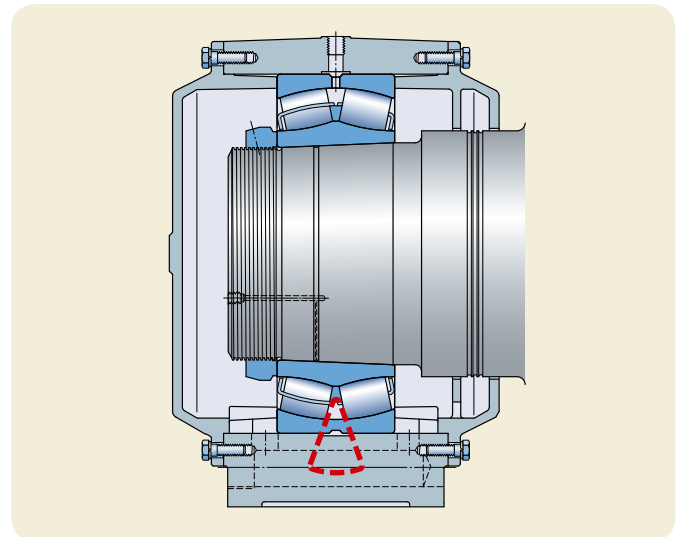
Il est possible d'utiliser un roulement standard SKF puisque notre traitement thermique le permet. Il est soumis à de très faibles charges axiales. Un ajustement très "libre" entre la bague extérieure du roulement et le palier n'est plus nécessaire. La bague extérieure du roulement n'effectuant aucun déplacement axial dans le logement, la rouille de contact reste limitée et a donc moins d'impact sur la durée de service du roulement. Jusqu'à présent, SKF recommandait cette solution pour les machines conçues pour des laizes supérieures à 4 500 mm. Ce montage est toutefois relativement instable et l'amortissement des vibrations n'est pas aussi efficace qu'avec les paliers en une pièce. Il est également très sensible aux forces de déversement provenant des poulies d'embarquement et joints rotatifs fixés aux paliers.

Les couteaux sont sujets à l'usure et doivent être remplacés. Lorsqu'un couteau est usé, le palier s'abaisse. J'ai déjà vu des paliers s'abaissés de plus de 3 mm par rapport à leur position d'origine.

**Fig. 10 : Des couteaux permettent de maintenir le palier du cylindre sécheur à une hauteur constante**



**Fig. 11 : Roulement à rotule sur rouleaux dans un palier monté sur des couteaux (cylindre sécheur)**



Sur la surface de contact des couteaux avec la base, l'usure se traduit par une zone aplatie. Le basculement des couteaux permettant le déplacement axial du palier nécessite alors une charge axiale plus élevée. Sur certains modèles de paliers sur couteaux, rien n'est prévu pour empêcher le palier de s'échapper des couteaux. Je me souviens d'un cas où, suite à un bourrage papier, le palier coté conducteur s'était soulevé causant la chute du cylindre sécheur et endommageant l'entraînement, le feutre et les rouleaux de feutre. De nombreux clients transforment leurs paliers sur couteaux en paliers fixes pour monter des roulements CARB (fig. 13 et 14).

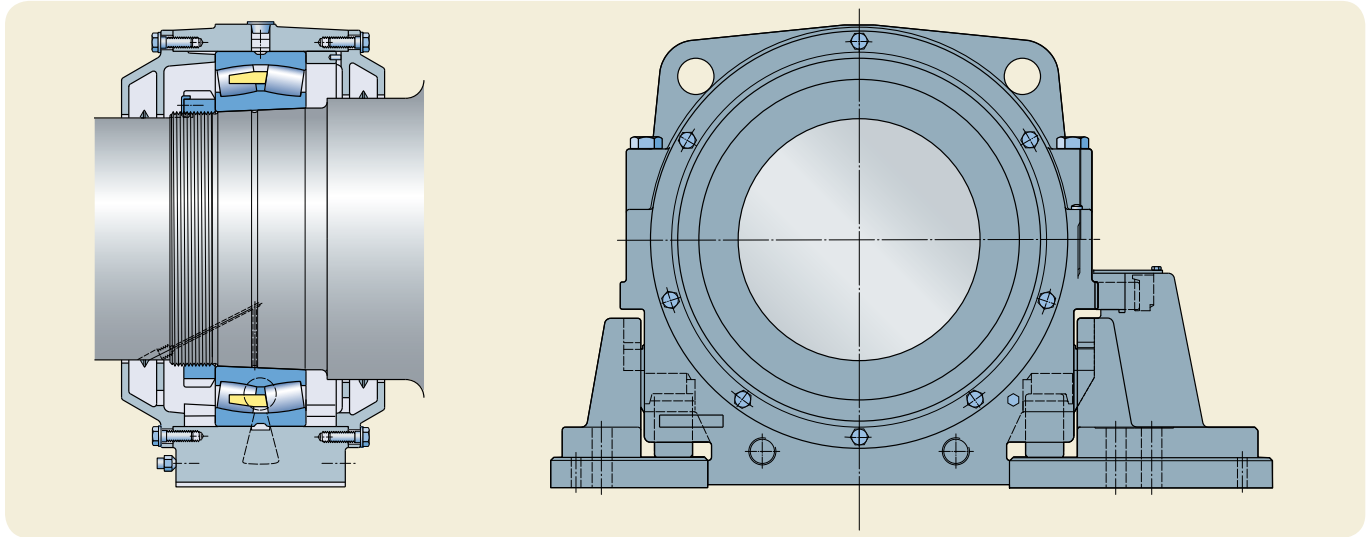
L'utilisation des roulements à rouleaux cylindriques est une bonne alternative puisqu'il n'y aura ainsi aucune charge axiale résiduelle causée par la dilatation du cylindre. La bague extérieure étant bloquée dans le logement, si l'ajustement n'est pas trop libre, le développement de la rouille de contact est faible. Bien entendu, dans ce cas, les paliers sur couteaux ne sont pas utiles.

Retenez que les roulements à rouleaux cylindriques standard ne bénéficient pas du traitement thermique adéquat et ne peuvent tolérer le défaut d'alignement des applications de cylindres sécheurs.

Un roulement à rouleaux cylindriques avait été spécialement mis au point. Identifié par l'ancien suffixe 342460 ou VA701, il était doté d'une bague intérieure cémentée et de rouleaux au profil spécifique pour supporter un défaut d'alignement jusqu'à 7 minutes. Un exemple de montage intégrant ce type de roulement est illustré par la fig. 15.

Le montage d'un tel roulement s'effectuait selon une procédure spécifique avec un comparateur à cadran et un support de comparateur spécial pour contrôler le défaut d'alignement (fig. 16). Le défaut d'alignement était ensuite déterminé à l'aide d'un diagramme à partir de la dimension  $D_0$  et de la valeur  $S$  indiquée par le comparateur à cadran. Malheureusement, la plupart des roulements étaient soumis à un défaut d'alignement trop important dû à la déformation du bâti ou au tassement des fondations. Ces roulements pouvant être remplacés - sans aucune modification - par des roulements CARB, SKF a cessé leur fabrication. Des roulements à alignement automatique à deux rangées de rouleaux cylindriques sont aussi parfois utilisés. L'idée sous-jacente à cette option est de conserver les avantages offerts par les roulements à rouleaux cylindriques sans l'inconvénient relatif au défaut d'alignement.

**Fig. 12 : Palier de cylindre Yankee avec couteaux latéraux, coté conducteur**



**Fig. 13 : Palier sur couteaux avant modification**



**Fig. 14 : Palier sur couteaux converti en palier fixe par SKF**





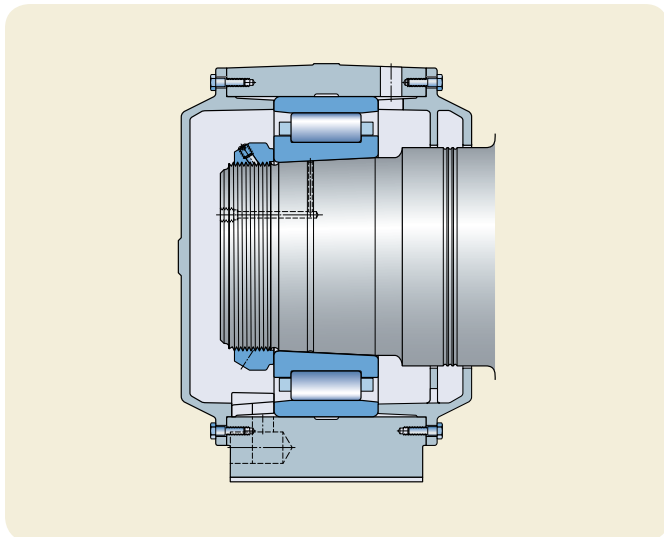
Le défaut d'alignement est compensé par la bague extérieure de ce qui est, en réalité, une rotule (fig. 17).

Pour disposer d'une rotule et d'un roulement à rouleaux cylindriques dans des dimensions ISO, il faut des rouleaux de petit diamètre. La capacité de charge est cependant beaucoup plus faible que celle offerte par un roulement à rotule sur rouleaux de mêmes dimensions. En théorie, par rapport à un roulement à rotule sur rouleaux qui tolère une charge axiale, la capacité de charge du roulement à alignement automatique à deux rangées de rouleaux cylindriques ne devrait pas être un problème. Il est uniquement soumis à une charge radiale. En pratique, le roulement est certes soumis à une charge radiale mais aussi à un certain couple dû au défaut d'alignement. Sous charge radiale, le roulement s'aligne donc par à-coups et devra supporter un certain défaut d'alignement. Les contraintes internes sont faibles lorsqu'un roulement neuf est installé mais le frottement augmente sous l'effet du vieillissement de l'huile et de la rouille de contact, ce qui réduit la durée de service de la partie roulement à rouleaux cylindriques. Aujourd'hui, SKF recommande les roulements CARB qui ont fait leurs preuves en termes de fiabilité et de performances.

CARB est l'acronyme de Compact Aligning Roller Bearing (roulement à rouleaux à alignement automatique compact). Ce roulement SKF à une rangée de rouleaux toroïdaux est capable de supporter jusqu'à  $0,5^\circ$  de défaut d'alignement sans répercussion sur sa durée de vie. Tout comme les roulements à rouleaux cylindriques, il tolère un déplacement axial (fig. 18). Un défaut d'alignement de  $0,5^\circ$  peut, a priori, sembler faible. Il correspond, cependant, à un écart de 8,7 mm sur un mètre ! Vous êtes certainement capable d'aligner un roulement sans un tel défaut, même à l'œil nu.

Grâce au roulement CARB, les problèmes de défaut d'alignement sont évités. En cas de dilatation thermique du cylindre, le roulement CARB - à l'instar du roulement à rouleaux cylindriques - ne reprend aucune charge axiale. Pas de mouvements par à-coups, aucune charge axiale résiduelle, la dilatation axiale s'opère de manière fluide. La bague extérieure est fixée dans le logement et l'ajustement doit permettre un enfoncement facile du roulement dans le logement lors du montage. C'est tout.

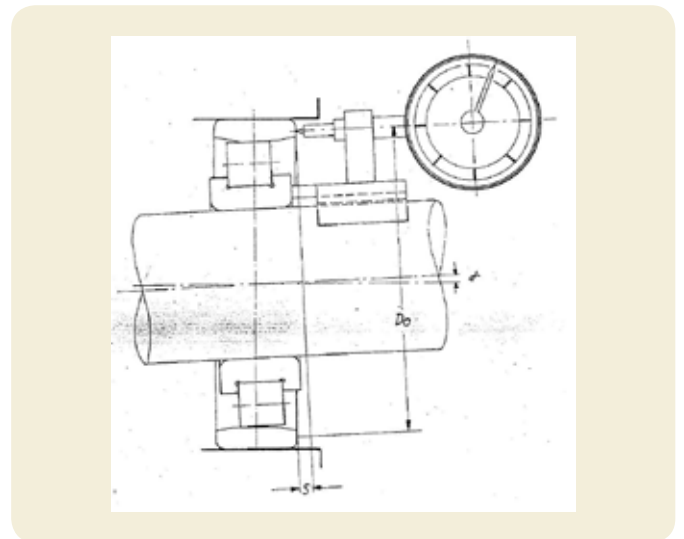
**Fig. 15 : Roulement à rouleaux cylindriques VA701**



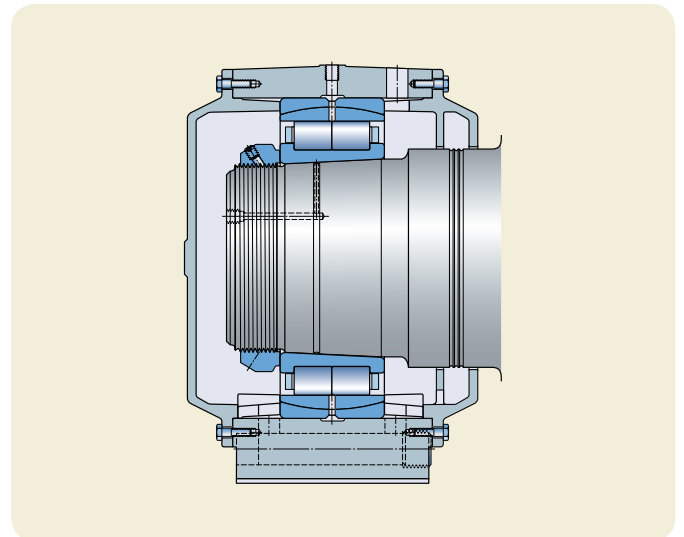
La fig. 19 montre un montage intégrant un roulement CARB et un palier SKF. En l'absence de couteau et grâce à la fixation du palier au bâti de la machine, les vibrations sont amorties. Le tout premier montage d'un roulement CARB date de 1994, en remplacement de roulements à rotule sur rouleaux. Il s'agissait d'une machine PM51 utilisée au sein de l'usine Homen Paper's Braviken. Les vibrations axiales ont été réduites de 85%. Les avantages des roulements CARB ont été immédiatement mesurables. Cette solution est maintenant plébiscitée par les principaux fabricants de machines à papier.

Il est bon de savoir que le jeu radial interne des roulements CARB diminue lorsque la bague intérieure se déplace axialement par rapport à la bague extérieure. Un déplacement axial équivalent à 5% de la largeur du roulement se traduit par une très faible réduction du jeu radial qui peut être considérée comme négligeable. Par exemple, un roulement C 3152 K/C4, qui est la taille la plus utilisée sur les machines à papier modernes, présente une largeur de 144 mm.

**Fig. 16 : Procédure de contrôle de l'alignement pour les roulements identifiés par le suffixe 34260 ou VA701**



**Fig. 17 : Roulement à alignement automatique à deux rangées de rouleaux cylindriques**

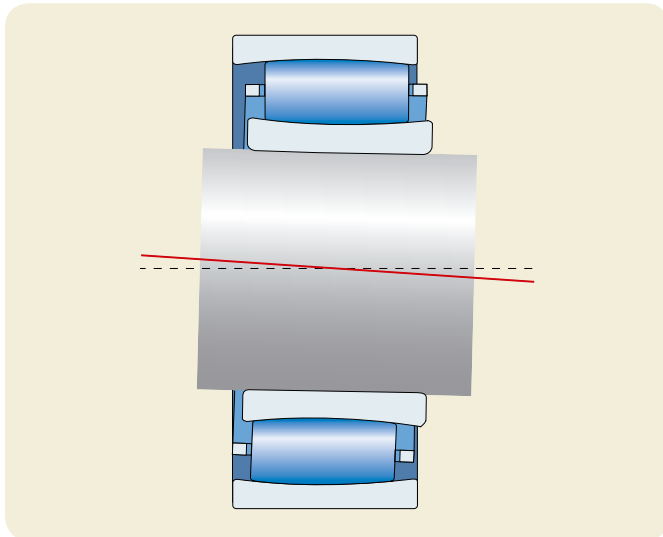


Le jeu du roulement, avant montage, est compris entre 0,444 mm et 0,556 mm. Un déplacement axial de la bague intérieure de  $0,05 \times 144 = 5,7$  mm se traduit par une réduction du jeu radial de 0,027 mm, ce qui est faible pour cette taille de roulement. Un déplacement axial supplémentaire entraîne une augmentation rapide de la réduction du jeu. Dans la majorité des applications comme les ventilateurs, les boîtes d'engrenages, les rouleaux de feutre et les rouleaux de presse, la bague intérieure et la bague extérieure peuvent être alignées à l'œil nu. Vous n'avez plus qu'à laisser faire le roulement CARB. Pour les cylindres sécheurs, je recommanderais de suivre les indications fournies à la fig. 20. Ainsi se conclut ce 6<sup>ème</sup> numéro sur les roulements de cylindres sécheurs et Yankee. Dans le prochain numéro, il sera question du traitement thermique de l'acier. Vous trouverez également des lignes directrices pour désigner la classe de jeu interne appropriée, pour choisir un roulement, sélectionner les lubrifiants adaptés aux machines à papier et déterminer les débits d'huile adaptés.

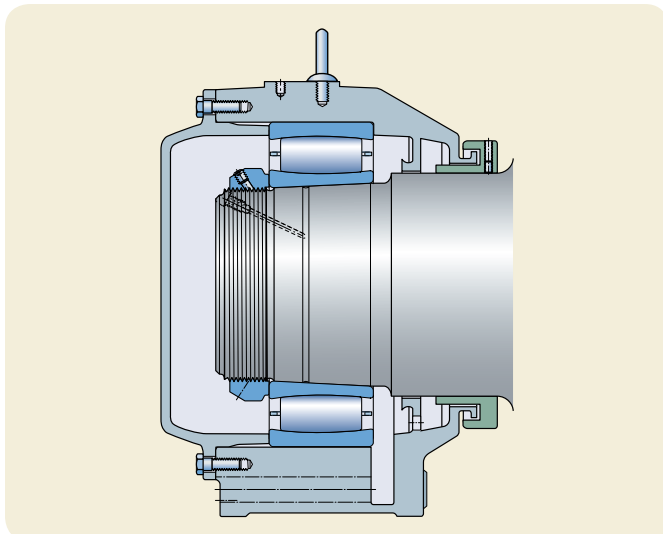
*Philippe Gachet est ingénieur d'applications chez SKF depuis 1990. Il est spécialisé dans le domaine des industries lourdes, et particulièrement l'industrie des pâtes et papiers, Il peut être contacté, par email à : philippe.gachet@skf.com*



**Fig. 18 : Le roulement CARB tolère des défauts d'alignement et des déplacements axiaux**



**Fig. 19 : Roulement CARB dans un palier pour cylindres sécheurs SKF SBPN**



**Fig. 20 : Décalage axial à froid entre bague intérieure et bague extérieure**

Longueur du cylindre de	jusq. incl.	Température de la vapeur °C	Déplacement axial initial mm
0	4	<160	0±1
0	4	160 – 200	2 – 4
4	7	<160	2 – 4
4	7	160 – 200	4 – 6
7	11	<160	4 – 6
7	11	160 – 200	6 – 8

# Le saviez-vous ?



## Roulements à rotule sur rouleaux étanches SKF Explorer

La protection haute performance contre les contaminants

*En associant un acier pur et homogène à un traitement thermique breveté, les roulements à rotule sur rouleaux SKF Explorer - Upgrade atteignent un niveau de performance inégalé. En version étanche, grâce à leur niveau de protection accru, ils augmentent de manière significative la durée de service du roulement en milieu humide et contaminé.*

Les roulements à rotule sur rouleaux étanches SKF Explorer sont lubrifiés avec une graisse de haute qualité, spécifiquement formulée, et sont équipés de joints frottants haute performance. Ces derniers font barrage aux contaminants souvent responsables d'une défaillance prématurée, tout en protégeant le roulement et le lubrifiant. La durée de vie de la graisse est ainsi maximisée et maintenue au plus près des surfaces à lubrifier.

Dans l'industrie papetière, les roulements à rotule sur rouleaux étanches répondent aux exigences des sections soumises à des conditions de fonctionnement sévères :

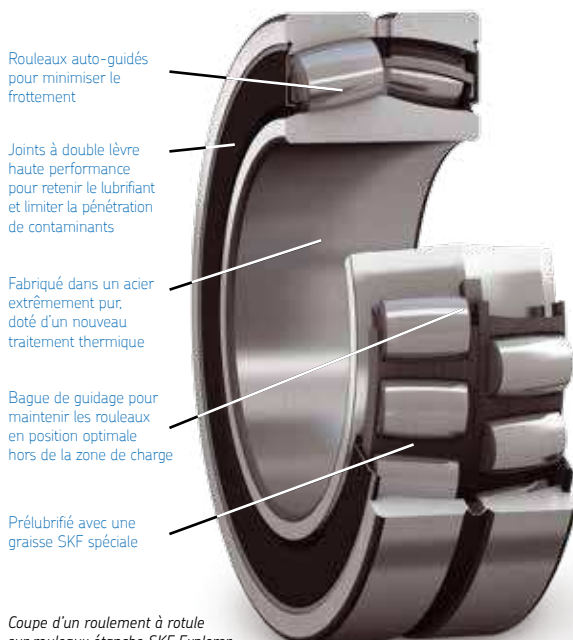
- rouleaux de toile et de feutre en section humide où les roulements sont exposés à une forte pollution liquide,
- rouleaux de feutre en section sèche où la durée de vie de la graisse est souvent faible.



Section humide en papeterie

Comparé à un roulement ouvert, le faible taux de pollution à l'intérieur du roulement favorise l'augmentation de sa durée de service et autorise l'utilisation de roulements de plus petites dimensions.

Sur de nombreux équipements, les roulements à rotule sur rouleaux étanches SKF Explorer peuvent être considérés comme lubrifiés à vie. Néanmoins, la présence d'une rainure et de trous de lubrification sur la bague extérieure permettent le regraisage du roulement par le centre. En supprimant ou en allongeant les intervalles de relubrification, il est possible de réduire les coûts de maintenance et, par conséquent, d'exploitation.



Rouleaux auto-guidés pour minimiser le frottement

Joints à double lèvre haute performance pour retenir le lubrifiant et limiter la pénétration de contaminants

Fabriqué dans un acier extrêmement pur, doté d'un nouveau traitement thermique

Bague de guidage pour maintenir les rouleaux en position optimale hors de la zone de charge

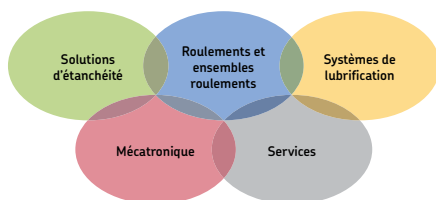
Prélubrifié avec une graisse SKF spéciale

Coupe d'un roulement à rotule sur rouleaux étanche SKF Explorer

### Bénéfices

- Simplification des montages
- Augmentation de la disponibilité des machines
- Réduction des besoins de maintenance
- Diminution de la consommation et des rejets de lubrifiant
- Réduction de l'impact environnemental

Rendez-vous sur [www.skf.fr](http://www.skf.fr) » »  
Rubrique solutions industrielles/pâtes et papiers



### The Power of Knowledge Engineering\*

\* La puissance de l'expertise

SKF s'appuie sur les compétences de ses équipes et sur son expertise des différentes applications pour proposer des solutions innovantes aux fabricants d'équipements industriels et aux sites de production des principaux secteurs à travers le monde.

La démarche SKF vise à optimiser la gestion du cycle de vie afin d'améliorer la fiabilité des équipements, d'optimiser l'efficacité opérationnelle et énergétique et de réduire le coût total de possession.

Les domaines de compétences SKF comprennent roulements et ensembles roulements, les solutions d'étanchéité, les systèmes de lubrification, la mécatronique, ainsi qu'une large gamme de services allant de la modélisation 3D assistée par ordinateur aux systèmes avancés de maintenance conditionnelle. Grâce à l'implantation mondiale de SKF, les clients bénéficient de normes de qualité égales et d'une disponibilité des produits, partout dans le monde. La présence locale du Groupe garantit l'accès direct à l'expertise SKF.

SKF Segment Industrie Papetière

Directeur de la publication : [philippe.gachet@skf.com](mailto:philippe.gachet@skf.com)

Responsable Segment Papeterie France : [pierre.francois.beyrand@skf.com](mailto:pierre.francois.beyrand@skf.com)

© SKF et CARB sont des marques déposées du Groupe SKF

© Groupe SKF 2014

Le contenu de cette publication est soumis au copyright de l'éditeur et sa reproduction, même partielle, est interdite sans autorisation écrite préalable. Le plus grand soin a été apporté à l'exactitude des informations contenues dans cette publication, mais SKF décline toute responsabilité pour les pertes ou dommages directs ou indirects découlant de l'utilisation du contenu du présent document.

PUB 72/S9 11147/5 FR · Mai 2014

Certaines photos/images sont soumises au copyright Shutterstock.com