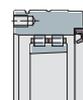


## Programme par secteurs d'activité

	Page
<b>Machines de production</b>	
Roulements pour les machines-outils .....	1604
Roulements pour les machines d'impression .....	1605
Roulements pour les machines textiles .....	1607
Roulements pour l'industrie agro-alimentaire et de l'emballage.....	1609
Roulements pour les machines à bois .....	1609
<b>Transmission mécanique et matériel ferroviaire</b>	
Roulements pour les véhicules ferroviaires .....	1610
Roulements pour la transmission mécanique .....	1612
Roulements dans les machines de travaux publics .....	1613
Roulements dans les chariots de manutention .....	1613
Roulements dans les éoliennes.....	1614
<b>Industrie lourde</b>	
Roulements dans la sidérurgie.....	1615
Roulements dans l'industrie du papier.....	1618
Roulements dans l'industrie minière.....	1621
Roulements pour les équipements de traitement des minerais .....	1623
Roulements et composants dans la technique des fluides .....	1626
Roulements dans la technique de l'air .....	1628
<b>Produits grand public</b> .....	1630



# Programme par secteurs d'activité

Schaeffler Group Industrial développe, produit et livre mondialement des roulements à billes, des roulements à rouleaux, des paliers, des corps de palier et des accessoires pour presque toutes les machines, installations, véhicules et appareils.

Par ailleurs, un vaste programme de services est mis à disposition pour les préconisations, le montage et la maintenance.

Nos clients travaillent dans le domaine des machines de production, de la transmission mécanique et du matériel ferroviaire, de l'industrie lourde, ainsi que des produits grand public.

## **Machines de production**

Des machines de production très performantes sont la condition préalable et le moteur du progrès technique.

Les roulements de très haute précision servent de référence aussi bien dans le domaine d'application principal des machines-outils que dans les machines de l'industrie textile, les machines d'imprimerie, les machines à bois et les machines de l'industrie agro-alimentaire. Ils répondent à des exigences extrêmes au niveau fiabilité, précision de fonctionnement et vitesses élevées. Des informations détaillées sont données dans le catalogue AC 41 130, Roulements de très haute précision.

## **Roulements pour les machines-outils**

Les roulements hybrides avec bagues en acier et billes en céramique ont un succès croissant grâce à leurs aptitudes particulières aux vitesses de rotation, à leur robustesse, à leur fiabilité, ainsi qu'à leur durée d'utilisation nettement plus longue. Pour des exigences élevées en matière de capacité de charge et d'aptitude aux vitesses de rotation, des roulements X-life ultra avec bagues en acier haute résistance et billes en céramique ont été développés.

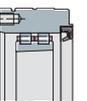
Les roulements à une et à deux rangées de rouleaux cylindriques en exécution haute précision conviennent le mieux pour les paliers libres car ils compensent automatiquement les dilatations axiales entre les rouleaux et les chemins de roulement. Ils permettent d'obtenir des paliers radiaux rigides, à capacité de charge élevée et très précis.

Les butées à billes à contact oblique, à double effet, de la série 2344 sont utilisées comme butées très rigides si les roulements à rouleaux cylindriques de la série NN30 supportent les charges radiales.

## Roulements pour les machines d'impression

Les roulements pour machines d'impression supportent les paliers des cylindres principaux des machines d'impression à feuilles et à bobines, *figure 1*, page 1606. Grâce à leur capacité de charge, rigidité, précision et réglage très précis, ils permettent de répondre au mieux aux exigences essentielles quant à la meilleure qualité d'impression possible dans les machines d'impression.

Les roulements sont déterminés spécialement pour chaque application en étroite collaboration avec les fabricants de machines d'impression et le service Applications. De ce fait, les roulements correspondent précisément aux exigences du client. Cette adaptation précise au concept machine spécifique est particulièrement importante car tout excès exige plus de ressources et toute insuffisance signifie une perte de performances. Trouver le compromis idéal n'est cependant pas toujours facile. Grâce à sa grande expérience en développement, conception et fabrication des roulements, Schaeffler Group Industrial dispose du savoir-faire nécessaire pour proposer toujours la meilleure solution pour une application dans le domaine très complexe des roulements. Ceci est valable tant du point de vue technique qu'économique.

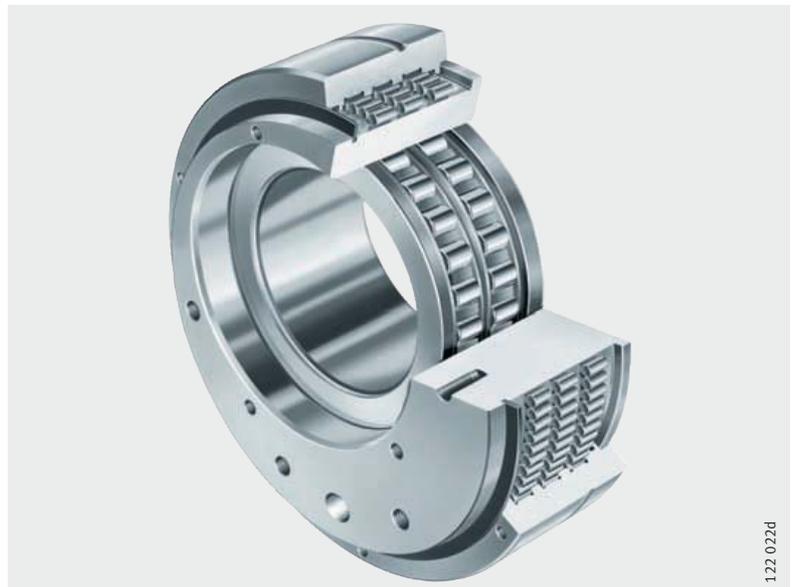


## Programme par secteurs d'activité

Du fait de la diversité des exigences, la standardisation des roulements de machines d'impression est limitée. C'est pourquoi la gamme comprend également de nombreuses séries et dimensions.

En plus des classiques roulements très précis et à plusieurs rangées de rouleaux cylindriques NN, NNU, N4N, N4U, on utilise des ensembles de paliers libres avec et sans excentrique, des ensembles de paliers fixes, des roulements polygonaux, des systèmes linéaires, des paliers rotatifs et des unités avec roulements à rouleaux coniques. Ces roulements peuvent être livrés avec et sans étanchéité. La portée de roulement pour l'axe cylindrique peut être de forme cylindrique ou conique.

Les roulements pour machines d'impression sont des systèmes économiques qui permettent de répondre aux exigences de l'industrie typographique en termes de haute productivité, de faibles frais d'entretien et d'excellente qualité d'impression.



*Figure 1*  
Palier de machines d'impression  
avec bague extérieure excentrée  
Palier libre

### Publications spécifiques

Publication LFD

Roulements de précision pour les machines d'impression

Publication PDM

Des solutions roulement pour les machines d'impression.

## Roulements pour les machines textiles

Qu'il s'agisse de filage, de tissage, de finissage ou de transformation, les machines textiles modernes sont très automatisées et doivent, avec un débit matière très important, fonctionner en continu et sans pannes.

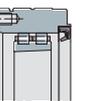
Il va donc sans dire qu'utiliser des composants de roulements appropriés est très important. Ce qui est important ici, c'est, par exemple, un faible frottement, une très grande précision, une absence de jeu, une facilité de montage, un faible entretien, une durée de vie élevée, un faible niveau sonore, la fiabilité.

Pour répondre à ces exigences, Schaeffler Group Industrial dispose d'une vaste gamme de produits de précision pour des paliers fiables et économiques avec mouvements de rotation et de translation dans les machines textiles. De plus, une série de composants de système sont disponibles, qui correspondent précisément en tant que systèmes complets à l'application spécifique. Chacune de ces solutions est le fruit d'années d'expérience en développement des produits et détermination des roulements.

Les poulies de tension pour la commande de la navette dans le métier à tisser sont connues pour leur longue durée de vie, *figure 2*. Ces poulies peuvent être facilement graissées et ont un très faible moment d'inertie. De ce fait, la vitesse de rotation est atteinte très rapidement. De plus, ces poulies effectuent en continu jusqu'à 600 mouvements de rotation alternatifs par minute avec une faible consommation d'énergie. Ceci permet d'augmenter considérablement la productivité et la rentabilité de la machine tout en ayant une toujours excellente qualité de tissu.

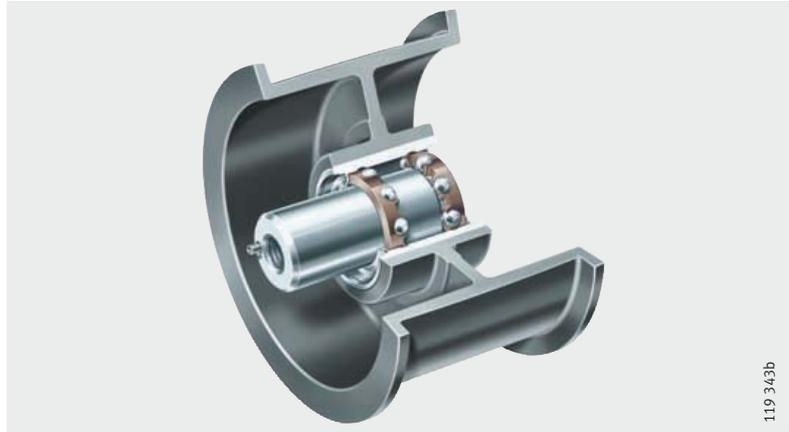


*Figure 2*  
Poulie de tension économe  
en énergie pour la commande  
de la navette



## Programme par secteurs d'activité

De plus, il existe des poulies de tension prêtes au montage avec un niveau sonore réduit, *figure 3*. Pour ces exécutions, le balourd, par exemple, est réduit de 50% par une conception adaptée du palier. C'est pourquoi ces poulies n'ont plus besoin d'être équilibrées séparément.



*Figure 3*  
Poulie de tension  
avec niveau sonore optimisé  
pour retordeuses

De telles unités prêtes au montage sont utilisées dans les machines à tricoter à une ou plusieurs têtes et sont vissées uniquement à la construction adjacente. Ceci évite tout réglage des différents composants et réduit les erreurs de montage. Cette solution permet aussi de simplifier la construction adjacente car elle remplace complètement le réducteur jusqu'ici indispensable.

Le système est composé d'un levier, d'un excentrique, d'une bielle et des paliers correspondants. Le sous-ensemble convertit ainsi les mouvements rotatifs de l'arbre d'entraînement en mouvements alternatifs pour l'opération de tricotage. Grâce au fonctionnement doux et précis des roulements, cet ensemble permet d'effectuer plus de 1 000 courses par minute. Une étanchéité efficace assure une longue durée de vie et un faible entretien.

**Publications spécifiques**    Publication TMB    Roulements pour les machines textiles.

## Roulements pour l'industrie agro-alimentaire et de l'emballage

La fabrication des produits alimentaires doit se dérouler de façon très efficace et économique. Les procédés sont le plus souvent entièrement automatisés et souvent réalisés dans des conditions extrêmes. Ceci nécessite un niveau élevé en sécurité et en fiabilité. C'est pourquoi ces composants mécaniques très performants pour un fonctionnement en continu sont indispensables. Notre contribution : des roulements robustes, protégés contre la corrosion, ayant une bonne étanchéité et souvent lubrifiés à vie pour un fonctionnement fiable 24 heures sur 24. Des matériaux et des revêtements de surface modernes qui sont continuellement en évolution permettent à nos roulements de gagner davantage en durée de vie.



Figure 4  
Roulements à billes  
avec et sans étanchéité

Qu'il s'agisse de roulements auto-aligneurs, galets de roulement ou couronnes d'orientation ou de toute la gamme des guidages linéaires en produits standards ou sur mesure, les avantages pour nos clients sont toujours au coeur de tous nos développements pour tous ces produits de Schaeffler Group : réduction des interfaces, conception compacte, absence d'entretien, durée d'utilisation fiable, composants et sous-ensembles correctement optimisés.

### Publications spécifiques

Publication PVP Paliers des machines pour l'industrie alimentaire et d'emballage.

### Roulements pour les machines à bois

Très souvent, les roulements à billes sont suffisants pour les vitesses élevées et les charges relativement faibles dans les paliers des fraises à bois. Des vitesses de rotation très élevées exigent néanmoins souvent l'utilisation de roulements de broche.



## Programme par secteurs d'activité

### Transmission mécanique et matériel ferroviaire

Les personnes et les marchandises se déplacent de plus en plus vite et de plus en plus loin d'un endroit à l'autre. Les moteurs et les transmissions doivent être de plus en plus performants. Les exigences en matière de qualité et de durée de vie des roulements sont élevées dans les transmissions, les machines de travaux publics et le matériel ferroviaire.

### Roulements pour les véhicules ferroviaires

Pour les grandes lignes de chemin de fer et les véhicules de transport urbain, il est exigé aujourd'hui principalement des vitesses plus élevées et un fonctionnement plus régulier. Les roulements et les corps des boîtes d'essieu, des réducteurs et des moteurs de traction sont choisis par nos spécialistes du service Applications pour être adaptés de façon optimale aux besoins des clients, *figure 5*.

Les cartouches de boîtes d'essieu sont soumises à des sollicitations extrêmes et doivent remplir des exigences très élevées en termes de sécurité.

Pour les boîtes d'essieu, les roulements à rouleaux cylindriques à fonctionnement doux, à faible frottement et adaptés aux vitesses élevées sont fréquemment utilisés dans les corps de boîte d'essieu spécialement développés.

Les cartouches de boîtes d'essieu avec roulements à rotule sur deux rangées de rouleaux sont retenues pour des logements rigides fixés au véhicule ou au châssis.

Les unités avec roulements à rouleaux coniques TAROL conviennent pour des vitesses et des charges axiales élevées. Ces paliers, prêts au montage, peuvent être montés en une opération, ont des étanchéités, sont lubrifiés et ont un jeu axial préréglé. Ils sont livrés en dimensions métriques (domaine UIC) ou en cotes pouces selon spécification AAR.

On utilise également de plus en plus des boîtes d'essieu instrumentées (vitesse, température, sens de rotation, et caetera).



*Figure 5*  
Unité avec roulements  
à rouleaux coniques  
pour voitures de voyageurs

Dans les réducteurs ferroviaires hydrodynamiques et mécaniques lubrifiés à l'huile, presque tous les types de roulements sont utilisés pour supporter le pignon d'entrée, l'arbre intermédiaire et l'arbre de roue dentée.

Les paliers sur l'essieu, souvent lubrifiés à la graisse, sont équipés de roulements à rouleaux cylindriques, de roulements à rouleaux coniques ou de roulements à rotule sur deux rangées de rouleaux.

La grande roue (moyeu à denture intérieure) est le plus souvent équipée de roulements à rouleaux coniques disposés en O et appairés à l'aide d'entretoises.

Pour les paliers des moteurs de traction, les roulements à rouleaux cylindriques et les roulements à billes ont fait leurs preuves.

Des rouleaux porteurs et des rouleaux de guidage, des roulements dans des appareils auxiliaires, des cartouches de boîtes d'essieu avec adaptateur, des roulements à billes et à rouleaux cylindriques protégés contre le passage du courant dans des dimensions selon DIN/ISO, des graisses spécifiques Arcanol et des outils de montage sont également fournis pour les véhicules ferroviaires.

<b>Publications spécifiques</b>	WL 07 174	Compétence en technique du roulement et services pour les véhicules ferroviaires
	TPI 158	Gammes de produits pour le matériel ferroviaire.



## Programme par secteurs d'activité

### Roulements pour la transmission mécanique

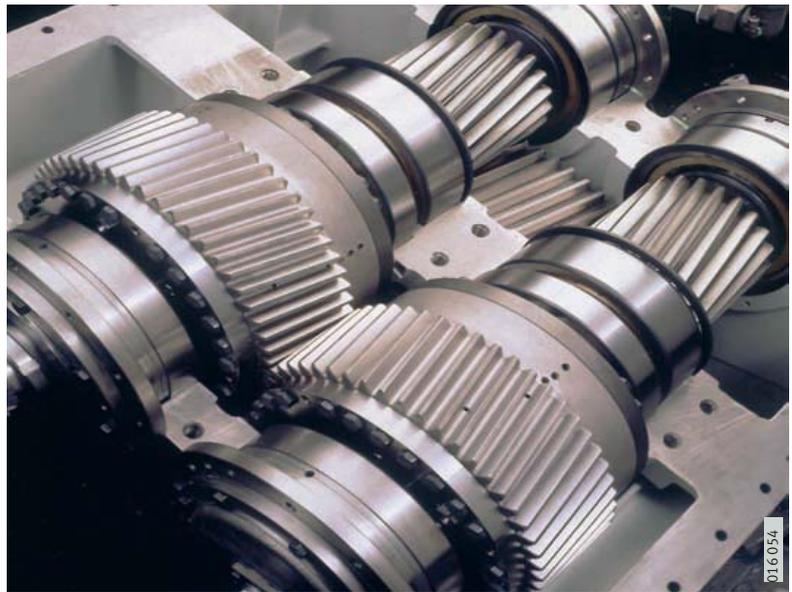
Les réducteurs modernes transmettent des puissances élevées dans un espace réduit. C'est pourquoi il faut choisir avec soin des roulements performants. Une capacité de charge suffisante de même qu'une conception adéquate des pièces adjacentes, de la lubrification et du dispositif d'étanchéité sont nécessaires pour avoir des systèmes fiables et économiques. Pour tenir compte de ces influences, il est particulièrement indiqué de faire appel au calcul de la durée de vie évoluée.

Selon le type de réducteur et d'engrènement, presque tous les types de roulements sont utilisés dans la transmission mécanique.

Les arbres d'entrée de réducteurs à trains parallèles sont fréquemment montés sur des roulements à rotule sur deux rangées de rouleaux ou des roulements à rouleaux coniques, *figure 6*.

En cas de vitesses de rotation particulièrement élevées, les combinaisons de roulements à rouleaux cylindriques supportant les charges radiales et de roulements à billes à quatre points de contact supportant les charges axiales conviennent.

Pour les arbres intermédiaires et de sortie, on choisit souvent des roulements à rotule sur deux rangées de rouleaux avec une disposition flottante.



*Figure 6*  
Roulements dans un réducteur à trains parallèles

#### Publications spécifiques

PKI

Compétence en roulements dans les réducteurs industriels.

Dans les réducteurs à couples coniques, l'engrènement correct des roues dentées suppose un guidage axial précis.

Il convient donc d'utiliser des roulements à rouleaux coniques ou des roulements à billes à contact oblique appairés ou montés en opposition.

Les charges axiales élevées de la vis d'un réducteur à roue et vis sans fin peuvent être supportées par des roulements à rouleaux coniques ou des roulements à billes à contact oblique appairés ou montés en opposition. Les arbres de la vis sans fin exigent un réglage et un guidage axial précis de la denture. On utilise souvent des roulements à billes ou des roulements à rouleaux coniques montés en opposition.

Les satellites des réducteurs planétaires sont équipés de roulements à une ou à plusieurs rangées de rouleaux cylindriques ou, dans certains cas spécifiques, de roulements à rotule sur deux rangées de rouleaux. Des axes de satellites du planétaire plus épais impliquent un montage direct sans bague intérieure. Les éléments roulants tournent, dans ce cas, directement sur l'axe. La courbe de dureté et l'état de surface du chemin de roulement sont à réaliser selon des spécifications particulières pour garantir la capacité de charge et la durée d'utilisation des paliers de train planétaire.

## **Roulements dans les machines de travaux publics**

Parmi les nombreuses applications dans les machines de travaux publics, il convient particulièrement de mentionner les roulements des arbres à balourds dans les machines vibrantes.

Les rouleaux compacteurs, les compacteurs de plaques, les moteurs vibrants, les engins vibrants de fonçage ou les vibreurs à béton fonctionnent par vibrations mécaniques. Les arbres à balourds, sur lesquels sont fixées des masses excentrées, tournent à grandes vitesses. Les roulements à billes (pour des appareils vibrants de petites dimensions), les roulements à rotule sur deux rangées de rouleaux et ceux à rouleaux cylindriques (exécution N, NU) conviennent ici. Pour compenser les défauts d'alignement et les flexions d'arbre, les rouleaux et les pistes des bagues intérieures des roulements à rouleaux cylindriques ont un profil transversal logarithmique. Ainsi, on admet des déversements de 4 minutes d'angle sans affecter la durée de vie. En cas d'angles plus importants, le profil peut être adapté en conséquence.

### **Publications spécifiques**

PLB      Compétence en roulements dans les machines de travaux publics.

## **Roulements dans les chariots de manutention**

Des exemples pour des exécutions de roulement spécifiques se trouvent dans les chariots élévateurs. Les roulements avec capteur intégré combinent la technologie éprouvée des roulements avec celle des détecteurs modernes pour la commande, la régulation et la surveillance. Cette solution prête au montage offre de multiples avantages du point de vue prix et performances.



## Programme par secteurs d'activité

### Roulements dans les éoliennes

On génère actuellement une puissance de plus de 3 MW avec une éolienne. Les paliers doivent supporter des charges moyennes à élevées, des oscillations et des vibrations. Pour cela, les roulements normalisés à faible frottement conviennent souvent. Les roulements sont montés, soit dans des logements standards, soit dans des logements spéciaux. Pour des cas particuliers, on utilise également des roulements spéciaux.

Les roulements pour éoliennes sont fréquemment soumis à des exigences rigoureuses en matière de qualité avec justificatif correspondant (certification selon les directives du Germanischer Lloyd).

Le palier du rotor peut être réalisé en tant qu'arbre tournant ou comme moyeu, *figure 7*. Les dispositions palier fixe/palier libre avec roulements à rotule sur rouleaux, roulements à rouleaux cylindriques et roulements à rouleaux coniques ont souvent fait leurs preuves.

Deux roulements à rouleaux coniques sont montés en opposition dans le moyeu. La solution alternative comprend un roulement à rouleaux coniques appairé en tant que palier fixe et un roulement à rouleaux cylindriques en tant que palier libre.

En cas de conception avec un roulement, les efforts et les moments exercés sont supportés par un roulement à plusieurs rangées.



*Figure 7*  
Roulements à rotule sur deux rangées de rouleaux auto-alignants FAG pour le palier du rotor

Les faibles oscillations lors de la rotation des pales ainsi que les charges et couples de renversement élevés sont, le plus souvent, supportés par des roulements à quatre points de contact.

En tant que roulements de mât, les roulements à quatre points de contact supportent les efforts importants dus à la masse et au vent.

Dans les réducteurs d'éoliennes, tous les types de roulements couramment utilisés dans les réducteurs sont implantés.

#### Publications spécifiques

WL 01 206 Compétence en technique du roulement et services pour les éoliennes.

## Industrie lourde

Les conditions de fonctionnement et environnementales difficiles dans tous les domaines de l'industrie lourde exigent des roulements qui font leurs preuves même dans les cas d'application critiques. Ceci concerne l'industrie minière, l'extraction du pétrole et du gaz naturel, la technique de préparation des matériaux, la sidérurgie, l'industrie du papier et la technique de manutention.

## Roulements dans la sidérurgie

En général, les roulements des aciéries et laminoirs sont soumis à de fortes charges et souvent ils sont aussi exposés à des températures élevées et à de fortes pollutions.

Hormis les roulements normalisés, des roulements spécialement conçus pour ces conditions sont nécessaires.

Les roulements de convertisseurs doivent supporter, outre les efforts importants dus à la masse, également ceux dus aux chocs élevés. Les roulements à rotule sur deux rangées de rouleaux de grandes dimensions monoblocs ou en deux parties remplissent ces conditions.

Les bras pivotants des pivoteurs de poche de coulée continue sont montés sur des roulements de grandes dimensions. Des butées à rotule sur rouleaux sont souvent utilisées pour supporter les efforts des masses et des roulements à rouleaux cylindriques pour les couples de renversement.

L'appui intérieur des rouleaux de guidage est composé de roulements à rouleaux en deux parties. Pour protéger les roulements contre les températures élevées des brames, ainsi que contre la calamine et l'eau de refroidissement, les corps de palier sont refroidis à l'eau. L'étanchéité est assurée par des joints lamellaires et des labyrinthes.

Pour supporter des rouleaux de guidage non entraînés et pour l'appui extérieur des rouleaux de guidage entraînés, on utilise des roulements monoblocs.

Les roulements à rotule sur deux rangées de rouleaux avec étanchéité permettent de réduire la consommation de graisse et donc la pollution environnementale, *figure 8*.



*Figure 8*  
Roulement à rotule sur deux rangées  
de rouleaux avec étanchéité  
pour rouleaux de coulée continue



## Programme par secteurs d'activité

Pour supporter les charges radiales élevées dans les laminoirs, on choisit souvent des roulements à deux ou à quatre rangées de rouleaux cylindriques et, en plus, en tant que butées, des roulements à billes, des roulements à billes à contact oblique, des roulements à deux rangées de rouleaux coniques, des butées à rouleaux coniques ou des butées à rotule sur rouleaux. Lorsqu'on utilise des roulements à deux ou à quatre rangées de rouleaux coniques, une butée supplémentaire n'est pas nécessaire dans la plupart des cas.

Les roulements à rotule sur deux rangées de rouleaux sont également courants dans les paliers de cylindres si la précision de guidage axiale et la vitesse de rotation ne sont pas importantes.

Les roulements à plusieurs rangées de rouleaux coniques avec étanchéité pour cylindres de travail permettent de réduire la consommation de graisse et donc la pollution environnementale, *figure 9*.

Les butées à rouleaux coniques pour les broches de compression permettent de réduire les efforts de réglage grâce à leur faible frottement.



*Figure 9*  
Roulement à quatre rangées  
de rouleaux coniques  
avec étanchéité pour cylindres  
de travail

Les roulements à une rangée de rouleaux cylindriques ainsi que les roulements à une et à deux rangées de billes à contact oblique sont surtout utilisés dans les trains à grandes vitesses pour trains à fils et fils de fer à faible section.

Les allonges des grands laminoirs ont une masse importante. Dans le passé, on les montait le plus souvent sur des paliers lisses. Actuellement, des roulements spéciaux à rouleaux cylindriques en deux parties permettent de réduire considérablement l'usure et les besoins en lubrifiant.

Les réducteurs de laminoirs sont fréquemment équipés de roulements à rotule sur deux rangées de rouleaux. Dans les constructions plus récentes, les arbres sont montés sur des roulements à deux rangées de rouleaux cylindriques en tant que palier libre et sur des roulements à deux rangées de rouleaux coniques en tant que palier fixe. Ce système de paliers permet un guidage radial et axial particulièrement précis des arbres.

Les vilebrequins des laminoirs à froid à pas de pèlerin sont souvent équipés de roulements à rouleaux cylindriques en deux parties.

Les cylindres de travail des laminoirs à froid à pas de pèlerin sont équipés de roulements à rotule sur rouleaux à alésage conique dont la construction interne a été adaptée aux sollicitations particulières de ces machines.

Les roulements des rouleaux des laminoirs à froid multi-cylindres doivent garantir une très bonne qualité de surface et une épaisseur constante des bandes laminées. Les roulements à plusieurs rangées de rouleaux cylindriques ou à rouleaux coniques de diverses exécutions utilisés comme galets de roulement répondent à ces exigences.

#### **Publications spécifiques**

TPI 148	Roulements de convertisseurs
TPI 157	Roulements à rouleaux cylindriques en deux parties pour les paliers des allonges de laminoirs
WL 17 114	Roulements à rotule sur deux rangées de rouleaux FAG avec étanchéités
WL 17 115	Roulements et services – productivité et fiabilité pour la production d'acier
WL 17 200	Roulements FAG dans les laminoirs
WL 41 140	Roulements FAG pour les laminoirs.



## Programme par secteurs d'activité

### Roulements dans l'industrie du papier

Les grandes machines à papier modernes comportent un grand nombre de roulements de différents types et dimensions. Une haute fiabilité de tous ces roulements est exigée pour éviter de coûteux arrêts machines. Pour la surveillance des roulements, on utilise souvent le service de diagnostic FAG, *figure 10*.

Les roulements doivent permettre un montage et un démontage faciles. Selon le type et le groupe de machines à papier, ils doivent répondre à des exigences particulières. Dans la partie humide, il est important d'éviter la corrosion alors que les roulements de la partie sèche doivent également être capables de supporter les hautes températures.

Les cylindres aspirants dans la partie humide sont le plus souvent équipés de grands roulements à rotule sur rouleaux, avec alésage conique ou cylindrique et avec une précision de rotation augmentée.

Les roulements à rotule sur deux rangées de rouleaux avec trous de graissage dans la bague intérieure sont utilisés en cas de bague extérieure tournante.

En cas de vitesses de rotation très importantes, on utilise des roulements à rotule sur deux rangées de rouleaux avec une précision de rotation plus élevée et un jeu radial augmenté.



*Figure 10*  
Surveillance conditionnelle  
des roulements à l'aide  
du FAG VibroCheck

Les cylindres presses exigent des roulements qui peuvent compenser d'importants défauts d'alignement et qui offrent une capacité de charge très élevée. On choisit donc des roulements à rotule sur deux rangées de rouleaux, *figure 11*.

Des étanchéités par labyrinthe très élaborées sont nécessaires dans la partie humide pour éviter la pénétration de projections d'eau.

Dans les cylindres compensateurs de flexion, l'enveloppe du cylindre tourne autour de l'axe fixe. L'enveloppe du cylindre est guidée par des roulements à rotule sur deux rangées de rouleaux dont les caractéristiques particulières peuvent être une précision de rotation plus grande, un jeu interne augmenté et des trous de graissage dans la bague intérieure.

Pour les cylindres entraînés, on utilise parfois des roulements à trois bagues. L'axe est donc en appui sur la bague intérieure du roulement. La bague intermédiaire tournante relie le mécanisme d'entraînement à l'enveloppe du cylindre.



*Figure 11*  
Roulements à rotule sur deux rangées de rouleaux E1 en qualité X-life. Avec une capacité de charge supérieure, une faible température de fonctionnement et une durée d'utilisation maximale



## Programme par secteurs d'activité

Le fonctionnement dans la partie sèche est caractérisé par la température élevée et la dilatation thermique du cylindre sécheur. Les paliers fixes sont en général des roulements à rotule sur 2 rangées de rouleaux. Jusqu'à une largeur utile d'environ 5 m, on utilise des roulements à rotule sur 2 rangées de rouleaux aussi comme paliers libres pouvant se déplacer axialement en cas de dilatations linéaires du cylindre sécheur. Pour des largeurs utiles supérieures, on préfère des roulements à 2 rangées de rouleaux cylindriques auto-alignants montés dans des corps de palier à semelle standards, *figure 12*. Les roulements à rotule sur 2 rangées de rouleaux ont un jeu radial augmenté C4 ; les roulements à rouleaux cylindriques, un jeu radial selon C5.

Dans les rouleaux-guides en partie sèche, tenir compte des variations de longueur dues aux températures élevées. Les roulements sont reliés au circuit de lubrification des cylindres sécheurs.

Les cylindres chauffants des calandres du groupe final sont normalement supportés par des roulements à rotule sur 2 rangées de rouleaux. Leur jeu radial est augmenté du fait de la température élevée et certains ont un alésage conique. Les calories sont évacuées grâce à de forts débits d'huile. Pour les grandes machines tournant à vitesse élevée, les bagues intérieures avec alésage conique sont montées sur l'axe conique des cylindres pour avoir un fonctionnement régulier. Les roulements à rotule sur 2 rangées de rouleaux courants ont un jeu radial C3 augmenté.

Les cylindres dégrossisseurs à grandes vitesses sont équipés de roulements à billes hybrides avec des bagues en acier et des billes en céramique. Le risque de glissement est réduit car ces roulements ont seulement la moitié du nombre standard de billes.



*Figure 12*  
Roulement à deux rangées  
de rouleaux cylindriques  
auto-alignants

### Publications spécifiques

WL 13 103	Roulements dans l'industrie du papier
Publication PPL	Production de papier optimale
TPI 147	Roulements à rouleaux cylindriques auto-alignants FAG : le concept palier libre idéal
TPI WL 13-3	Paliers PD pour cylindre sécheur dans les machines à papier
TPI WL 13-4	Roulements à billes hybrides pour cylindres dégrossisseurs.

## Roulements dans l'industrie minière

Les machines utilisées dans l'industrie minière effectuent des travaux extrêmement difficiles.

La capacité de charge élevée des paliers de tête de forage des tunneliers est assurée par des roulements à rouleaux cylindriques et des roulements à rotule sur deux rangées de rouleaux.

Des roulements à une ou à deux rangées de rouleaux cylindriques ou des roulements à rotule sur deux rangées de rouleaux supportent la masse et les couples de renversement résultant de l'excentration de la pression de forage. Des butées à rouleaux transmettent la pression de forage.

Dans le cas de grandes machines compactes, le palier de la tête de forage est un ensemble prêt au montage. Il est composé, soit d'un roulement à deux rangées de rouleaux coniques, soit d'un roulement axial-radial à trois rangées de rouleaux cylindriques dans lequel une couronne dentée peut être intégrée, *figure 13*.

Le palier supporte toutes les combinaisons de charges issues des charges axiales, radiales et des couples de renversement.



*Figure 13*  
Roulement axial-radial à rouleaux cylindriques avec denture intégrée

Les efforts agissant sur les pignons d'attaque des tunneliers sont supportés en toute sécurité par un roulement à rotule sur deux rangées de rouleaux et un roulement à rouleaux cylindriques.

Pour les installations de convoyage et de levage, on utilise surtout des roulements normalisés de tous types, dimensions et exécutions. Certaines applications exigent également des roulements de grandes dimensions ou en deux parties.



## Programme par secteurs d'activité

La roue-pelle d'excavateurs est montée sur des roulements à rotule sur 2 rangées de rouleaux de grandes dimensions (monoblocs pour la première monte, en 2 parties pour la rechange), *figure 14*.

Ces roulements transmettent des charges élevées et compensent automatiquement d'importants défauts d'alignement dus au grand écartement entre palier fixe et palier libre.

Les autres exigences envers ces roulements sont :

- l'aptitude à supporter les variations importantes de la température de fonctionnement
- une longue durée de vie
- l'étanchéité contre la boue, l'humidité, la poussière et le sable
- l'entretien facile ainsi qu'un montage et un démontage rapides et peu onéreux.



*Figure 14*  
Roulement à rotule sur deux rangées de rouleaux en deux parties

Pour les paliers de la commande de roue et les paliers entre la grande roue et la bride de l'arbre creux, les roulements à rouleaux cylindriques en deux parties conviennent surtout en raison de l'accès difficile lors de la rechange.

L'un des nombreux tambours d'une bande transporteuse est le tambour d'entraînement. Les roulements à rotule sur deux rangées de rouleaux sont capables de compenser automatiquement les défauts d'alignement dus aux flexions d'arbre et à la déformation de l'infrastructure ; ils répondent aux exigences de haute sécurité de fonctionnement et de faibles frais d'entretien. Des corps de paliers ont été spécialement conçus pour toutes les dimensions de roulements.

Les rouleaux de bandes transporteuses reliés de manière rigide ou articulée sont le plus souvent équipés de roulements à billes normalisés, avec étanchéités et lubrifiés. Des étanchéités extérieures empêchent la pénétration d'impuretés dans le palier.

### Publications spécifiques

WL 21 107	Heavy-Duty Rolling and Plain Bearings for Mining, Processing, On- and Offshore Technology
WL 43 165	Roulements FAG à rotule sur deux rangées de rouleaux en deux parties
WL 90 118	Corps de palier à semelle FAG en deux parties de la série SNV.

## Roulements pour les équipements de traitement des minerais

Les conditions extrêmes de fonctionnement et environnementales rencontrées dans les concasseurs, les broyeurs, les cribles et trieurs ainsi que les fours rotatifs et les installations d'agglomération exigent des roulements robustes. Les flexions d'arbres et défauts d'alignement importants des paliers doivent être compensés. Les exigences au niveau de la lubrification et de l'étanchéité des roulements sont aussi élevées.

En raison des efforts importants et d'un fonctionnement sévère, on utilise dans les concasseurs le plus souvent des roulements à rotule sur deux rangées de rouleaux et des roulements à rouleaux cylindriques.

Pour les broyeurs à mâchoires, également appelés broyeurs à bielle, les efforts de concassage, la masse des volants et la force centrifuge provenant de l'entraînement sont supportés, à travers un arbre excentrique, par des roulements à rotule sur deux rangées de rouleaux.

Pour les broyeurs giratoires ou à cône, les charges radiales élevées sont supportées par deux roulements à rouleaux cylindriques (roulements extérieurs) et un roulement à rotule sur deux rangées de rouleaux (roulement central). Généralement, une butée à rouleaux cylindriques supporte les charges axiales dues à la masse. On utilise également des roulements et butées à une ou à deux rangées de rouleaux cylindriques ou des roulements à rouleaux coniques spéciaux de grandes dimensions.



*Figure 15*  
Roulements à rotule sur deux rangées de rouleaux de grandes dimensions pour broyeurs tubes



## Programme par secteurs d'activité

En raison d'un fonctionnement sévère et des flexions d'arbre, les concasseurs à marteaux articulés à simple ou double arbre sont supportés par des roulements à rotule sur deux rangées de rouleaux.

De fortes charges dues à la masse et aux chocs sont caractéristiques pour les broyeurs tubes et également pour les broyeurs à marteaux articulés, à percussion et à marteaux fixes. Les roulements à rotule sur deux rangées de rouleaux, montés dans des corps de paliers spécialement conçus à cet effet, conviennent pour ces exigences, *figure 15*, page 1623. Dans le cas des broyeurs à galets, les pressions de service, les couples de renversement et les efforts axiaux qui s'exercent sur le tambour broyeur produisent d'importantes charges radiales et axiales. Celles-ci peuvent être supportées par un roulement à rouleaux cylindriques combiné avec un roulement à rotule sur deux rangées de rouleaux ou par une unité de roulements à rouleaux coniques en disposition X. Dans d'autres broyeurs à galets, chaque galet est supporté par deux roulements à rouleaux coniques en disposition O.

Les presses à cylindre sont de préférence montées sur des roulements à rotule sur deux rangées de rouleaux et des roulements à plusieurs rangées de rouleaux cylindriques.

Les chocs élevés et les fortes accélérations radiales de l'arbre à balourds des cribles à vibrations linéaires ou circulaires ainsi que des cribles à excentriques sont supportés par des roulements à rotule sur deux rangées de rouleaux des séries 223..-E1 et 223..-A en exécution spéciale, *figure 16*. Ces roulements sont caractérisés par des cages centrées dans la bague extérieure, des tolérances réduites et un jeu radial augmenté.



*Figure 16*  
Roulements à rotule  
sur deux rangées  
de rouleaux spéciaux  
pour contraintes vibratoires

Les charges combinées élevées avec des vitesses réduites dans les galets radiaux des fours rotatifs sont supportées par des roulements à rotule sur deux rangées de rouleaux de la série 241 ; ils sont montés dans des corps de palier à semelle RLE ou RLZ. Les galets axiaux sont équipés le plus souvent de roulements à rouleaux coniques en disposition O.

Les roulements à rotule sur deux rangées de rouleaux montés dans des corps de palier à semelle RA spécialement conçus à cet effet conviennent pour les arbres de commande à pignon.

Pour les conditions de fonctionnement particulières dans les installations d'agglomération, les roulements à rotule sur deux rangées de rouleaux avec alésage conique montés sur des manchons de démontage sont le mieux appropriés.

Les roulements sont montés dans des corps de palier à semelle RA ou SGB en deux parties. Les galets de pression sont équipés de roulements à deux rangées de rouleaux cylindriques avec étanchéités ; les galets de contact sont équipés de roulements à rouleaux coniques.

<b>Publications spécifiques</b>	WL 21 100	Roulements FAG spéciaux à rotule sur deux rangées de rouleaux pour machines vibrantes
	WL 21 105	Rolling Bearings in Grinding Mills
	WL 21 106	Bien maîtriser les fortes vibrations · Roulements spéciaux à rotule sur deux rangées de rouleaux dans les cribles vibrants
	WL 21 107	Heavy-Duty Rolling and Plain Bearings for Mining, Processing, On- and Offshore Technology.



## Programme par secteurs d'activité

### Roulements et composants dans la technique des fluides

Les paliers et les composants pour les entraînements hydrauliques et les pompes pour liquides sont soumis à des exigences élevées en matière de sécurité de la fonction et de rentabilité. Nous remplissons ces exigences essentiellement avec des développements spécifiques clients, mais également avec des roulements standards et des composants optimisés.

Les moteurs à couple élevé sont utilisés par exemple dans l'industrie, dans les machines agricoles, les laminoirs, les machines à papier et les convoyeurs. Ils fournissent des couples de rotation extrêmement élevés à faible vitesse de rotation. Les roulements à rouleaux cylindriques et d'autres composants tels que les écrous à encoches de grande précision sont déterminés en fonction du faible frottement initial et du fonctionnement fiable et sans à-coups. Outre les roulements avec éléments roulants revêtus, on utilise par exemple des bagues intérieures dont le chemin de roulement est rectifié en plongée pour les bagues d'étanchéité.

Dans les travaux publics, l'hydraulique est une source d'énergie indispensable pour les terrassements et les transports. Les vérins hydrauliques avec rotules ELGES sans entretien ont un revêtement ELGOGLIDE® au niveau de la zone de glissement. Les paliers lisses à faible frottement fonctionnant à sec et pouvant supporter des charges importantes conviennent pour des mouvements oscillants sous charges élevées. Ces roulements ne nécessitent que peu d'encombrement tout en respectant l'environnement. Les butées à rouleaux dans les pompes à pistons axiaux du type à disques en nutation transmettent les efforts élevés des pistons qui agissent dans la direction de la course. Les roulements à rouleaux cylindriques optimisés en fonction de la vitesse de rotation supportent des efforts radiaux et des efforts dus au balourd. Les pompes à plateau oscillant avec berceau pivotant réglable sont utilisées pour pouvoir manipuler de façon précise les pelles mécaniques ou les machines de travaux publics. Les roulements à rouleaux jointifs ou presque jointifs permettent le réglage précis du débit également dans le cas de pressions élevées.

Les pompes à engrenages véhiculent un liquide de refroidissement, transportent des denrées alimentaires et mettent en mouvement les systèmes hydrauliques. Les paliers lisses Permaglide® ou les roulements à aiguilles très performants garantissent un fonctionnement des engrenages sans quasiment aucune fuite. Souvent, le fluide véhiculé sert de lubrifiant aux paliers. Si des fluides ayant de mauvaises propriétés lubrifiantes sont exigés, les paliers lisses sont remplacés par des roulements à aiguilles. On atteint ainsi des vitesses plus élevées et une durée d'utilisation plus longue des pompes à engrenages.



*Figure 17*  
Roulement à rouleaux cylindriques  
avec intercalaires  
pour faible frottement

Des transmissions hydrostatiques transmettent en continu l'effort d'entraînement dans les tracteurs, les tondeuses autoportées ou autres. Les roulements et les paliers lisses ainsi que les pièces de précision INA telles que les pistons creux, soupapes et pièces de découpage fin assurent un fonctionnement sûr.

Les pompes pour liquides permettent l'alimentation en eau potable, eau d'extinction d'incendie, eau chaude ou de refroidissement, véhiculent les produits agressifs ou abrasifs et éliminent les eaux sales et usées. Les roulements et les paliers lisses économiques garantissent un fonctionnement doux sur une longue durée d'utilisation.

Les roulements à billes, les roulements à rouleaux cylindriques et les roulements à rotule sur deux rangées de rouleaux ou les paliers lisses sont implantés en fonction de la vitesse et de la charge.

Les roulements et les paliers lisses permettent encore aux soupapes et aux clapets d'arrêt de bien fonctionner après un arrêt prolongé.

Pour les différentes conceptions de pompe, les roulements X-life remplissent les plus hautes exigences.

#### Publications spécifiques

Publication PHP	Paliers et composants pour les transmissions hydrauliques et les pompes pour fluides
Publication PFS	Découpage fin et ingénierie des systèmes
TPI 16	Jointts métalliques DRG
TPI 92	Butées à billes oscillantes
TPI 128	Bagues d'étanchéité
Catalogue 238	Rotules, embouts à rotule, bagues lisses
Catalogue 706	Paliers lisses Permaglide®.



## Programme par secteurs d'activité

### Roulements dans la technique de l'air

Les roulements pour compresseurs, ventilateurs et centrifugeuses doivent répondre à des exigences élevées en matière de sécurité de la fonction et de rentabilité. Dans de nombreux cas, les roulements standards conviennent ; dans d'autres cas, des roulements spéciaux sont nécessaires.

Pour minimiser les pertes de pression dans l'interstice des compresseurs, il faut prévoir un faible jeu de guidage des roulements. Certains compresseurs tournent très rapidement, de sorte qu'il faut bien tenir compte de l'aptitude des roulements aux vitesses de rotation. On utilise le plus souvent des roulements à billes à quatre points de contact, des roulements à rouleaux cylindriques et des roulements à billes à contact oblique.

Pour les petits ventilateurs, nous proposons des paliers spéciaux VRE3, *figure 18*. Selon la charge, six variantes de roulements sont disponibles. Dans les paliers à semelle monoblocs de forme tubulaire sont montés des roulements à billes, des roulements à billes à contact oblique appairés et des roulements à rouleaux cylindriques.



*Figure 18*  
Palier à semelle VRE3  
pour ventilateurs

Les roulements à rotule sur deux rangées de rouleaux ou les roulements à rotule sur billes dans les paliers à semelle SNV, LOE ou LOU ont fait leurs preuves dans les ventilateurs et souffleries de grandes dimensions. Selon les conditions de fonctionnement, on lubrifie à l'huile ou à la graisse.

Les séparateurs et les décanteurs sont des centrifugeuses qui sont utilisées pour séparer les éléments solides des éléments liquides ou les mélanges de liquides par centrifugation simultanée des solides. La technique de séparation est utilisée, par exemple, dans l'industrie alimentaire et des boissons, dans l'industrie chimique et la protection de l'environnement. Pour la détermination des roulements, il faut souvent tenir compte des vibrations, des températures externes et d'exigences particulières en lubrification. Le choix du roulement approprié est considérablement facilité en utilisant le logiciel de calcul BEARINX®.

On peut souvent utiliser des roulements standards économiques, par exemple des roulements à billes à contact oblique et des roulements à rouleaux cylindriques avec cage en tôle d'acier. Grâce à la détermination par BEARINX®, on obtient, en tenant compte de conditions de fonctionnement même extrêmes, un niveau élevé de sécurité de la fonction.

**Publications spécifiques**    WL 22 101    Technique du roulement pour compresseurs, ventilateurs et centrifugeuses.



# Programme par secteurs d'activité

## Produits grand public

Les roulements sont pratiquement omniprésents dans notre environnement : à la maison, au travail et pour les loisirs. Pourtant, dans la plupart des cas, les roulements passent inaperçus.

Les roulements dans les machines électriques se trouvent dans les appareils électroménagers, les techniques de communication et de loisirs, les appareils de bricolage, ainsi que les équipements de sport et les matériels médicaux.

Pour les appareils électroménagers, on recherche souvent un fonctionnement silencieux avec peu de vibrations.

Pour que les roulements soient très rentables et fiables, une longue durée d'utilisation et un faible entretien sont requis.

Pour les petits appareils, on choisit, pour ces exigences, de préférence de simples roulements à billes avec étanchéités et lubrifiés à vie.

Pour éviter les dommages dus au passage de courant électrique, il existe des roulements isolés, *figure 19*. Pour ce type de roulements à billes, roulements à rouleaux cylindriques et roulements à rouleaux coniques de l'exécution J20., une couche d'oxyde de céramique est appliquée sur la surface extérieure et les faces de la bague extérieure.

En variante, on peut également utiliser des roulements hybrides avec billes en céramique. Les roulements à billes hybrides (préfixe HC) avec billes en nitrure de silicium sont livrables sur demande.

Pour détecter la vitesse et le sens de rotation des machines électriques, nous livrons des roulements à billes avec capteur intégré.

Les roulements INA/FAG ont aussi fait leurs preuves dans les équipements de sport modernes. Leur aptitude aux vitesses élevées et leur fonctionnement silencieux sont particulièrement appréciés pour les motos, les jet skis et les scooters des neiges.

Un faible frottement est important si le sportif doit fournir des efforts musculaires, par exemple en bicyclette ou en rollers.



*Figure 19*  
Roulements isolés contre le passage de courant électrique

### Publications spécifiques

TPI WL 43-1189	Roulements isolés pour éviter les dommages dus au passage de courant électrique
TI WL 43-1206	Roulements à billes FAG avec capteur intégré
TI WL 43-1210	Roulements à billes hybrides FAG.