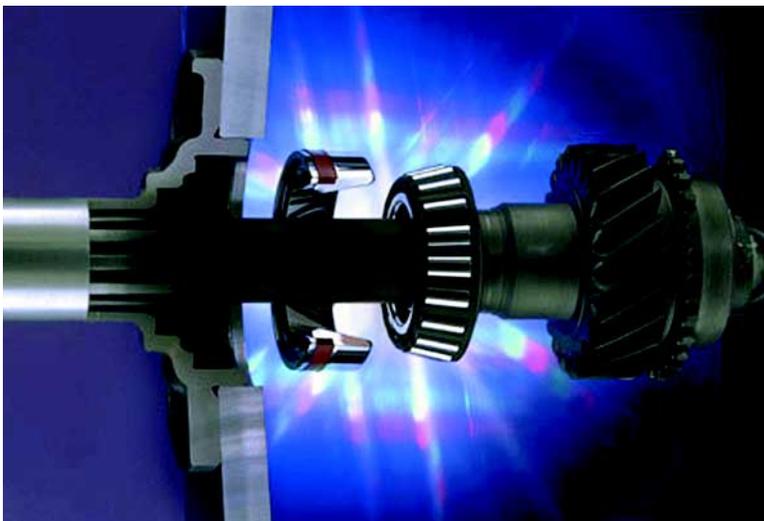


Roulements

La course à l'intégration



Maneton de lance navette textile : transformation de la rotation en oscillation axiale (SNR Roulements)



Roulement de transmission à maintien de précharge sur la plage de température de fonctionnement. Il compense les dilatations thermiques différentielles entre l'arbre et le logement (Timken)

Le roulement, composant caché des machines et produits industriels, est pourtant une pièce de haute technologie qui se montre souvent stratégique pour son utilisateur. Les départements de recherche tournent donc à plein régime pour satisfaire au plus vite à la demande toujours plus exigeante du client, la mécatronique volant à leur rescousse pour venir à bout des nouveaux challenges imposés.

COMBIEN Y A-T-IL DE ROULEMENTS DANS...

- Un lave-linge : 4
- Des rollers : 12 à 16
- Une bicyclette : 12 au minimum
- Un escalator : 20 à 40 au mètre
- Un robot industriel : 52
- Les véhicules routiers : 40 à 80
- Un trottoir roulant : 100 au mètre
- Un train : 200 à 220
- Un avion : 2000
- Et une machine industrielle peut en compter 25 000 !

Source : MHP

► Bienvenue dans le monde des « roulements intégrés », composants qui se complexifient à vue d'œil à mesure que l'on veut les doter à la fois, hormis le roulement de base, de son logement, de l'arbre, de la lubrification, de l'étanchéité (à l'humidité comme à la poussière), des capteurs et de l'intelligence associée. « C'est un peu la limite », remarque Olivier Message, responsable développement mécatronique de SKF, « Après, on entre dans la notion de système ! »

« Toutes les industries sont concernées par l'intégration, mais pour des raisons différentes », analyse Jérôme Lemoine, responsable marketing de la division « Special Products » de SNR Roulements. « Ni les charges, ni les vitesses, ni les jeux internes ne permettent de bénéficier à plein des caractéristiques élevées offertes par les roulements classiques », explique l'Associa-

« Ni les charges, ni les vitesses, ni les jeux internes ne permettent de bénéficier à plein des caractéristiques élevées offertes par les roulements classiques »

tion française de la mécanique de haute précision (MHP). Les roulements sont donc de plus en plus conçus et fabriqués sur mesure.

L'intégration, vaste concept, intervient en effet à plusieurs niveaux : d'une part, on assiste à une course effrénée d'intégration de fonctions mécaniques au roulement, d'autre part, la mécatronique est en train de prendre son essor et aucun fabricant n'a l'intention d'être en reste.

Course effrénée ? C'est peu dire : le roulement ne se contente plus d'assurer une rotation avec douceur et efficacité. Et il existe bien des aiguillons à cette mutation technique ! La simplicité tout d'abord. Classiquement, lorsque l'on monte un roulement dans un système, il faut le placer correctement, le lubrifier, lui appliquer la juste précharge et bloquer le réglage pour un fonctionnement



Roulement de bras pivotant (Kaydon)

ronnont. Tous les clients ne savent pas le faire, pire : « Ils veulent s'affranchir de ces étapes fastidieuses ! », affirme Jean-Pierre Haeffele, Chief Engineer Automotive Europe de Timken

SOLUTIONS « CLÉ EN MAIN »

Les fabricants ont donc commencé par proposer des solutions « clé en main », qui impliquent le plus souvent de livrer le roulement placé sur son arbre : préfixé, préchargé, préréglé et lubrifié.

La performance technique joue également un grand rôle : le roulement, élément de haute technologie, supporte mal les écarts de tolérance. Souvent, « on place un roulement de très haute précision dans un environnement qui est un peu moins précis », remarque Gérard Ferdin, Ingénieur des Ventes de SNFA. « De plus, on parle de roulements de

« Deux chevaux de bataille animent la mécatronique roulementière : la maintenance prédictive et le pilotage à distance »

toutes les tailles : qu'ils soient de 4mm de diamètre intérieur ou de 700mm, les niveaux de précisions requis sont quasiment les mêmes ! », ajoute-t-il.

C'est ainsi que les roulementiers ont proposé des solutions complètes : roulement cartouche, rotor d'hélicoptère, lancements de navette à tisser... Cela permet d'appliquer des côtes très précises sur l'ensemble de la fonction pour une utilisation optimale.

Car la qualité du système est une préoccupation constante. « Les applications aéronautiques et spatiales nécessitent la performance immédiate. Quand à la Défense, c'est une course permanente à la performance », commente Laurent Texier, Ingénieur Commercial de ADR. Ces performances sont assurées par la diminution des jeux mécaniques et de montage. L'intégration permet un gain de place en éliminant les pièces intermédiaires devenues inutiles et génère par là même économie d'énergie et meilleur design.

« A chaque fois, il y a un défi de faisabilité. Les roulements doivent être fiables. Les matériaux utilisés et les tolérances mécaniques sont les fers de lance de ces solutions high-tech, mais l'expérience technique fait la différence », souligne Gérard Ferdin.

MÉCATRONIQUE

Mais à l'ère de l'asservissement, il a bientôt fallu habiller le roulement de fonctions électro-

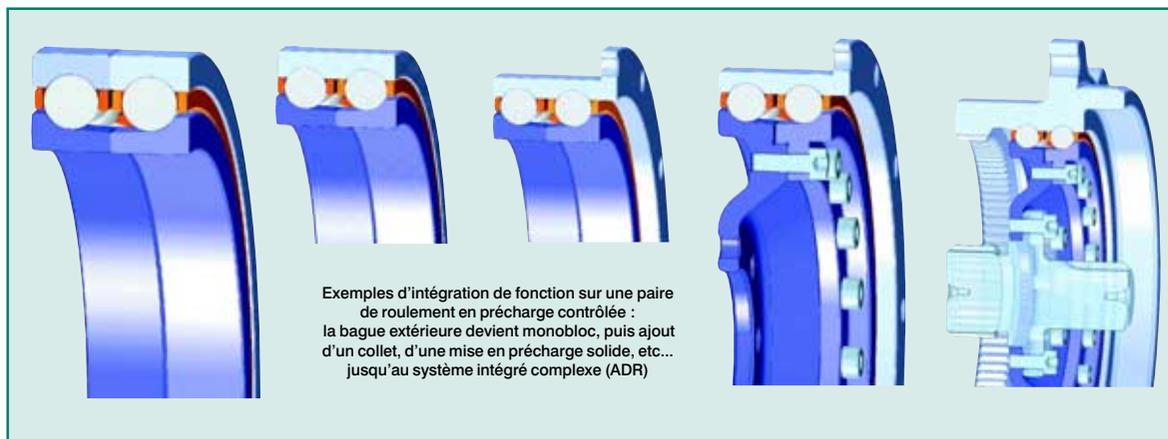
niques. Deux chevaux de bataille animent la mécatronique roulementière : la maintenance prédictive et le pilotage à distance. La première, encore en gestation dans les bureaux d'études, engendre les futurs capteurs intégrés de température, de vibration, de force afin de surveiller le vieillissement du roulement et prévenir la casse. Le second, déjà largement répandu dans les marchés aéronautique, spatial, défense, machines agricoles et BTP, passe par le captage de la vitesse, de l'accélération, de la position, et l'intégration des systèmes informatiques et réseaux nécessaires, par exemple, au pilotage automatique par GPS.



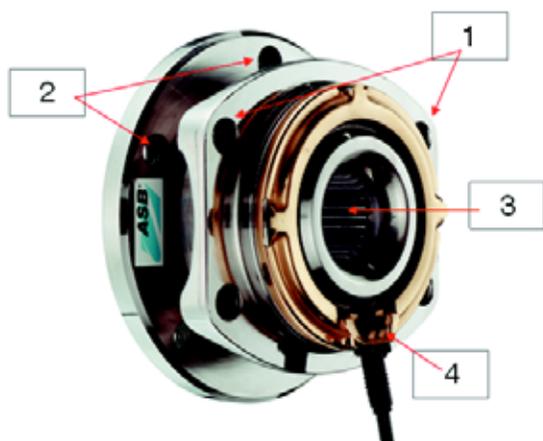
Roulement de roue à fonctions intégrées pour 4x4 (Timken)

« Dans de nombreux secteurs, il est essentiel d'obtenir des informations exactes sur le mouvement des composants en rotation ou à déplacement axial du fait de l'automatisation croissante de tous les types de processus en faisant enregistrer par les roulements instrumentés le nombre de tours effectués, la position relative, le sens de rotation, la vitesse ou l'accélération », explique Stéphane Gondange, responsable au Business Unit Sensor Bearing de SKF.

« On passe d'une transmission de force mécanique à une transmission d'informations électronique », souligne Jérôme Lemoine. En automobile, le pilotage est déjà présent dans les freins ABS et la direction assistée, mais stagne encore pour des raisons légales : la technologie steere by



Exemples d'intégration de fonction sur une paire de roulement en précharge contrôlée : la bague extérieure devient monobloc, puis ajout d'un collet, d'une mise en précharge solide, etc... jusqu'au système intégré complexe (ADR)



Roulement de roue motrice automobile :
Intégration des fixations châssis (1)
et roue (2), de l'engrènement de
transmission (3) et de la mesure de vitesse
de roue ASB (4) pour les systèmes
de sécurité de type ABS ou ESP
(SNR Roulements)

wire n'est pas encore autorisée entre les mains du grand public. Réaliser des roulements à électronique intégrée n'est pourtant pas une promenade de santé : l'électronique doit résister aux mêmes conditions de vie que le produit ! « Les équipes se sont confrontées à l'existence d'une mécanique électronique : dureté du composant électrique, étanchéité nécessaire, résistance à la température, à la pression, au pliage... Notions loin d'être évidentes au début ! », raconte Olivier Message.

« La gestion des ressources humaines est intéressante : nous devons faire travailler ensemble des spécialistes qui n'ont pas le même langage, pas la même notion du besoin client, et qui doivent concevoir des pièces difficiles à faire travailler ensemble », renchérit Jérôme Lemoine. Quand de plus on utilise de la technologie basée sur du magnétisme, « la mécatronique pose de grands défis de compatibilité ».

DÉVELOPPEMENT ACCÉLÉRÉ

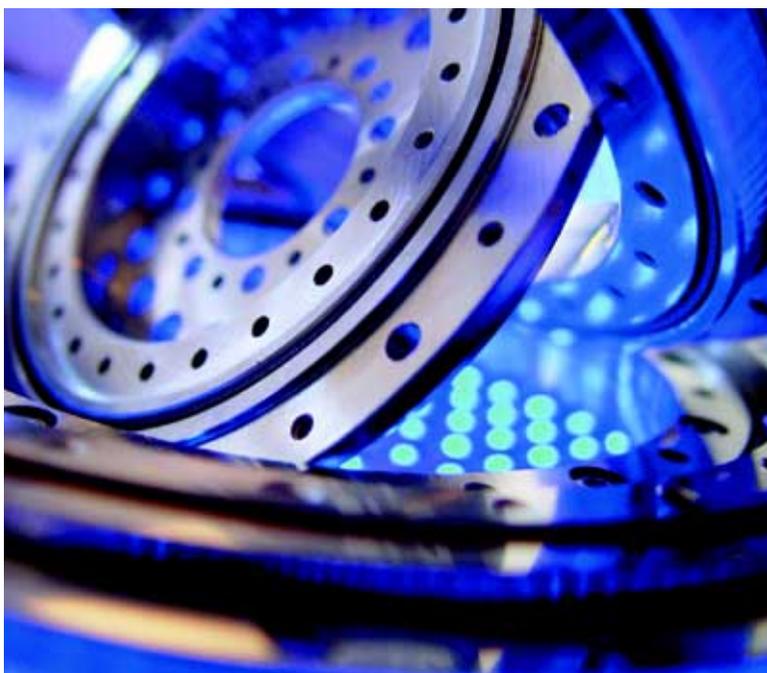
Le développement de ces différentes approches techniques est d'autant plus accéléré que les grands comptes désirent diminuer leur nombre de fournisseurs. Le client maîtrise mieux sa chaîne logistique par intégration : le fournisseur d'un système remplace autant d'interlocuteurs qu'il y a de fonctions intégrées dans l'ensemble. Le client ne s'adresse donc plus qu'à lui seul et lui transfère également les risques de dysfonctionnement inhérents au système.

Si le coût du développement d'un système intégré, mécanique ou mécatronique, peut encore être bloquant, « c'est une question d'équilibre », constate Gérald Ferdin. « On ne fait pas de roulement intégré quand les séries ne se justifient pas : il faut plusieurs années de développement, cela coûte cher ! », estime Jean-Georges Schmitt, responsable des applications INA FAG industries.

« En particulier, les secteurs qui achètent de très grands volumes, comme l'automobile, recourent facilement à l'intégration, car le coût du développement est rapidement amorti. Mais les machines très spécialisées, qui ont d'énormes contraintes techniques, comme dans l'aéronautique, gagnent aussi à intégrer leurs fonctions », observe Jérôme Lemoine. En effet, l'intégration, en diminuant le nombre de pièces, fait diminuer les coûts. En assurant la qualité de l'ensemble, elle limite les mauvaises surprises et fait encore diminuer les coûts. « Un pignon d'attache revenait souvent sous garantie à cause d'un problème d'étanchéité. Depuis que l'étanchéité est intégrée, il n'y a plus de retours », raconte Christian Adam, responsable Nouveaux produits automobiles Europe de Timken. En libérant de la place pour d'autres matériels, l'intégration permet à l'utilisateur d'augmenter la valeur ajoutée de sa propre production qui y gagne en image et reste compétitive. « On chasse le micron : on a le matériel pour ça. On va donc marier



Roulements de petites tailles (<50 mm) : leurs formes et interfaces s'adaptent aux montages spécifiques des donneurs d'ordre (ADR)



Roulement à interfaces moteur : ici, la couronne centrale est garnie de perçages prévus pour monter directement le moteur et le repérer (ADR)

les pièces là où le client ne pourra pas le faire », insiste Laurent Texier.

Enfin, l'intégration implique l'augmentation de la fiabilité des composants, donc du système complet : l'utilisateur gagne en coûts de maintenance. « Par exemple, un roulement d'hélicoptère durait une cinquantaine d'heure il y a quarante ans, actuellement, il dure 500 heures. Il y a donc une économie du nombre d'opérations de maintenance grâce à une durée de vie multipliée par dix. », explique Gérard Ferdin.

PLUS PETITS, PLUS FIABLES, PLUS PRÉCIS

Alors, devant le marché et les possibilités formidables qu'offre l'intégration, les fabricants se battent pour obtenir des produits à la fois plus petits, plus fiables encore, plus précis, robustes et jouent sur les volumes de production pour offrir cela à un coût très proche de l'ensemble des pièces détachées initiales... quand ils ne pulvérisent pas purement et simplement les prix grâce aux astuces déployées !

LES FONCTIONS INTÉGRÉES...

- Réglage
- Précharge axiale
- Étanchéité
- Lubrification
- Filtration
- Toutes fonctions mécaniques : fixations, logement, arbre, entraînement, ...
- Sécurités
- Capteurs de vitesse, de rotation, de positionnement, de charge...

... ET EN COURS D'INTÉGRATION :

- Capteur de température, d'effort, de mouvement, de vibrations...
- Optronique
- Transmission d'énergie électrique
- Intelligence artificielle
- Communication

« L'intégration implique l'augmentation de la fiabilité des composants donc du système complet »

« Les développements en cours concernent les systèmes de transmission d'information ou d'énergie à travers le roulement. Notamment, une graisse conductrice permet la décharge de l'électricité statique générée par le mouvement ou l'alimentation d'un élément tournant », révèle Olivier Message.

Le capteur thermique intégré, également sur les bureaux d'études, mesurera la bonne santé du roulement en assurant une surveillance par rapport à une tem-



Roulement de pignon d'attaque à fonction intégrées pour pont de véhicules industriels (Timken)

pérature maximale. « Un contrôle en cas de retour sous garantie sera possible si les prix des capteurs continuent de baisser, cela en contrepartie des exigences toujours accrues des clients », pronostique Jean-Pierre Haeffele. Des systèmes d'alarmes pourraient être mis au point par la même occasion.

Si l'intégration représente l'avenir du roulement pour ses fabricants, c'est que de plus en plus de sociétés savent fabriquer des roulements simples. Mais le développement d'un sous-ensemble, voire d'une fonction complète, appelle à maîtriser de multiples technologies. « Plus c'est complexe, mieux c'est : moins il y a de contrefaçon », remarque Jean-Georges Schmitt. De surcroît, la multiplication des savoir-faire diminue le nombre de concurrents pour un même produit.

Enfin, une dernière raison, et non des moindres, motive les roulementiers. « Quand un client a goûté à l'intégration, il revient », se félicite Laurent Texier. D'autant qu'« un client qui utilise des produits standards peut facilement remplacer un fournisseur par un autre. Mais quand il passe à l'intégration, la solution devient tellement spécifique qu'il est moins facile de changer de fabricant ! » Autrement dit, le client passe d'un comportement volage à une fidélité sans faille... ■ E.B.

Les « modules » produits se rattachant au Dossier Roulements ont été regroupés en fin de numéro, dans le chapitre « Composants mécaniques » de la rubrique « Produits » (page 48).