

## Étanchéité

# A la recherche de solutions moins chères et plus performantes

Avec la crise qui se poursuit dans l'industrie, les fournisseurs de joints sont amenés à fournir des solutions moins chères à l'achat, au montage et à l'entretien alors que les conditions d'utilisation sont toujours plus sévères en pression d'utilisation et en contraintes réglementaires.

► Si les financiers et les banquiers commencent à ressentir un début de reprise, les industriels ne la voient toujours pas venir. C'est tout juste s'ils commencent à voir leur chiffre d'affaires cesser de baisser. Hormis dans l'agroalimentaire ou dans les activités liées à l'environne-

« L'utilisation de pressions toujours plus élevées dans les transmissions oblige à une plus grande efficacité des joints »

ment, nulle part ailleurs l'activité est repartie à la hausse. Aussi les fournisseurs de composants continuent-ils à faire le gros dos. C'est le cas des fabricants de solutions d'étanchéité qui se doivent de tirer encore davantage sur leur prix et répondre à des demandes toujours plus exigeantes. Parce qu'elle est un des derniers leviers permettant de réaliser des économies, l'efficacité énergétique est plus que jamais au cœur des préoccupations de leurs clients. Avec pour conséquence l'utilisation de pressions toujours plus élevées dans les transmissions obligeant à une plus grande efficacité des joints. Bien qu'étant contraints de réduire leurs dépenses pour compenser leur perte d'activité, les spécialistes de l'étanchéité se doivent donc de poursuivre leurs travaux de R&D sous peine de perdre leurs clients. Non seulement ces derniers veulent des joints qui tiennent à de plus



© Pöclain hydraulics



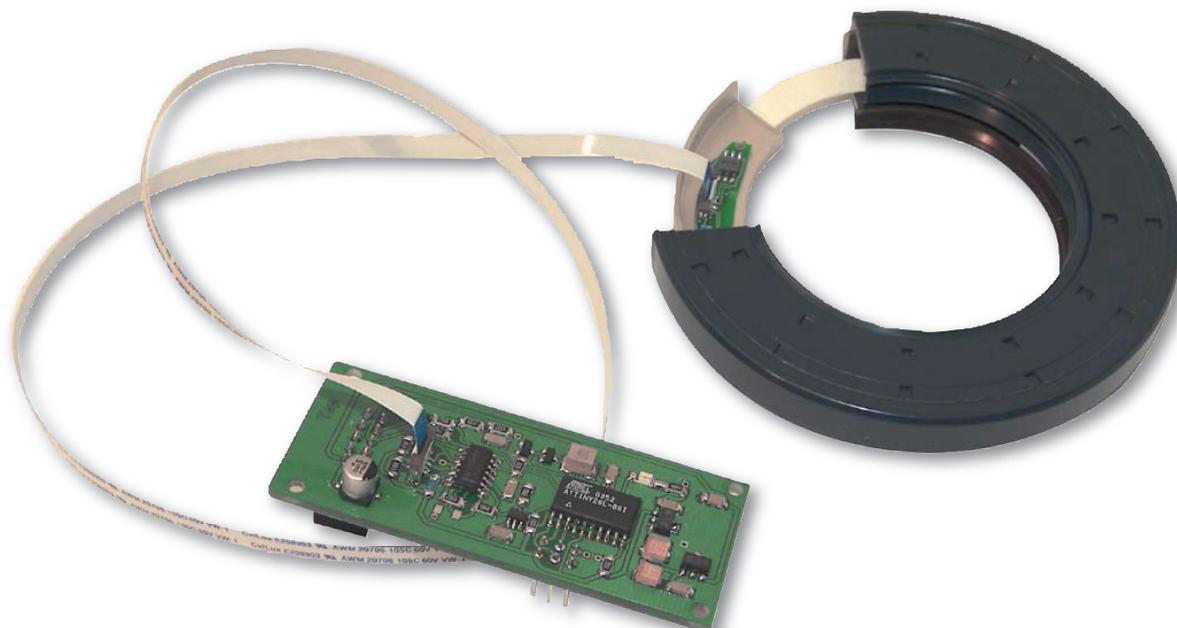
© Danfoss

Que ce soit dans l'agroalimentaire (ci-dessus) ou dans les travaux publics (photo en haut à droite), les utilisateurs veulent des joints qui tiennent à de plus hautes pressions et qui durent plus longtemps sans perdre de leur efficacité car les opérations de maintenance et d'entretiens sont réduites pour cause d'économie.

hautes pressions mais ces joints doivent durer plus longtemps sans perdre de leur efficacité, les opérations de maintenance et d'entretiens étant réduites pour cause d'économie.

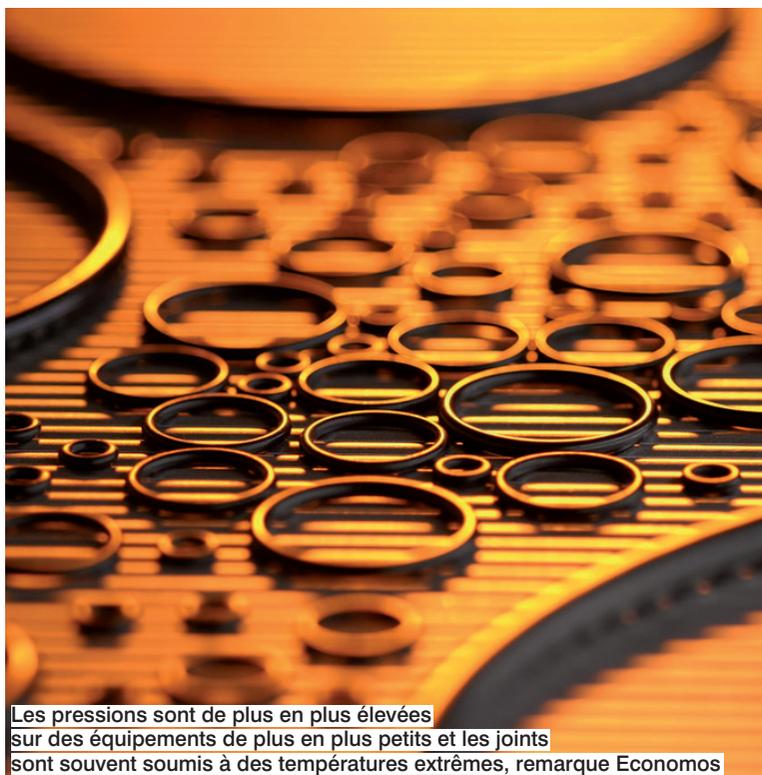
## Des milliers de formulations en standard

Comme le rappelle Artema dans son guide technique de l'étanchéité (voir encadré ci-dessous), « la fiabilité, l'efficacité et la durée de vie d'un joint dépendent en grande partie du choix du matériau le constituant. La plupart de ceux utilisés en hydraulique et en pneumatique sont fabriqués à partir de matériaux élastiques. Il s'agit principalement de polymères qui se différencient par le type des liaisons entre molécules ». Déformable de manière élastique, les élastomères sont des polymères à base de caoutchouc synthétique issu de la pétrochimie. Les élastomères thermoplastiques (TPE) se déforment sur des plages de température données. Les thermodurcissables s'utilisent pour les



© Freudenberg Simrit

Les solutions mécatroniques de Simrit associent l'électronique à l'étanchéité. Ces joints « intelligents » servent à détecter la vitesse de rotation d'un arbre, à mesurer un couple de pression ou à éviter le blocage de roues sur lesquelles ils sont montés



Les pressions sont de plus en plus élevées sur des équipements de plus en plus petits et les joints sont souvent soumis à des températures extrêmes, remarque Economos

© Economos

applications de guidage. Qu'il réponde à des besoins d'étanchéité statique ou dynamique, le joint doit faire preuve de propriétés mécaniques (dureté, résistance à la traction et à l'abrasion, capacité de glissement, résilience au rebondissement et déformation rémanente après compression), de propriétés thermiques (résistance à la température, ramollissement, conductivité et dilatation thermique) ainsi que de propriétés physiques et chimiques (compatibilité avec les fluides, vieillissement, gonflement et rétractation). Le métier des fabricants de joint est un métier pointu et complexe. La technicité de leur produit est très élevée même pour de simples joints toriques vendus à quelques euros le paquet de mille. Qu'ils viennent à lâcher et c'est toute une ligne de production qui s'arrête et sur laquelle il faut intervenir. Pour un simple joint défectueux, un assembleur d'équipement peut perdre toute une année des bénéfices qu'il réalise habituellement avec son client. « Aussi depuis environ deux ans, voit-on les industriels délaisser les produits asiatiques. Ils s'approvisionnent à nouveau auprès

## Le guide pratique de l'étanchéité d'Artema

Permettre de réussir l'étanchéité d'un système utilisant les énergies oléo-hydrauliques ou pneumatiques et informer sur les règles de l'art à respecter en matière d'étanchéité, tel est l'objet du guide pratique de l'étanchéité édité par Artema. Disponible sur CD Rom ou directement sur le site, ce guide reprend et synthétise l'essentiel des données qu'un technicien doit connaître pour réussir son étanchéité. Après avoir présenté les grandes familles de joints et leur mode d'utilisation en mouvement linéaire alternatif, en rotation et en oscillation, il indique les conditions nécessaires au bon

fonctionnement d'une étanchéité liées au rendement, au frottement, à la vitesse, la pression, la température et le type de fluide. Les différents matériaux entrant dans la composition des joints sont présentés ainsi que les propriétés des fluides hydrauliques. Toutes les normes française, ISO, européennes et allemandes sont reprises sous forme de tableaux. Des schémas et photos illustrent les conditions de service et les solutions retenues pour une quinzaine de cas d'application. Outre les différents modes de fabrication, ce guide détaille également les conditions de montage et de stockage.

des fournisseurs européens pour des raisons de qualité et aussi de services », avance Pierre Yves Pina, directeur général France et Belgique d'Angst + Pfister. Et pour Gilles Perrocheau, directeur de la division industrie de Trelleborg Sealing Solutions France, le service qu'attendent les clients n'est pas uniquement un support au montage et à l'entretien. « Ils exigent que nous les fournissions en temps et en heure. Il nous faut tenir nos engagements de livraison à tous prix qu'il s'agisse de simples joints toriques ou de solutions sophistiquées. Pour certains de nos clients nous assurons la traçabilité totale

**« Simples joints ou solutions sophistiquées : il faut tenir les engagements »**



Trelleborg Sealing Solutions commercialise des solutions d'étanchéité à base d'élastomère, de thermoplastiques, de PTFE et de composites pour les besoins de l'aéronautique, de l'automobile et de l'industrie

© Trelleborg Sealing Solutions

## Le profil HL de Parker Prädifa réduit la consommation d'énergie

La surface en contact entre le joint et la surface dynamique d'étanchéité influence le frottement des joints hydrauliques. Plus la surface du joint en contact est importante, plus le frottement statique et dynamique sera grand. C'est le cas notamment pour les systèmes basse pression ou les vérins différentiels. Lors de l'utilisation de joints à lèvres conventionnels, une grande partie de la surface d'étanchéité dynamique est en contact avec la surface de la tige, que la pression soit ou non élevée. Le joint HL en Ultrathan P6030 proposé par Parker Prädifa bénéficie d'un profil particulier qui lève cet inconvénient. Ses lèvres d'étanchéité dynamiques en « cascade » entrent successivement en contact avec la surface de la tige au fur et à mesure que la pression augmente. Cette géométrie particulière permet de réduire la friction à faible pression. Le nombre des lèvres et leur comportement améliore encore l'effet d'étanchéité sachant que le frottement dynamique croît légèrement en même temps que la surface de contact s'élargit. En fonction du niveau de pression, les lèvres sont individuellement et successivement activées. Et quand la vitesse de déplacement est faible, le risque d'effet « stick-slip » est pratiquement exclu. Avec ce type de profil, Parker Prädifa arrive à réduire les forces de frottement sans nuire à

l'étanchéité, avec à la clef une réduction de la consommation énergétique que l'industriel estime entre 30 et 70 %. L'abrasion du joint étant moins rapide, il s'en suit également une diminution des coûts liés aux opérations d'arrêt et de maintenance.

Ce joint HL en Ultrathan P6030 s'utilise en tant que joint unique avec racleur ou en joint secondaire dans un système d'étanchéité derrière un joint primaire. Il convient pour des pressions de fonctionnement jusqu'à 250 bar et à des températures comprises entre - 35 et + 110 °C. Parker Prädifa le préconise pour une gamme étendue d'applications hydrauliques qui requièrent un frottement minimal telles que les chariots élévateurs et les plateformes et hayons de chargement.



Avec le joint de tige hydraulique HL en Ultrathan P6030, les frottements sont optimisés en fonction du niveau de pression.

© Parker Prädifa

de leurs commandes même au niveau du transport ». Les clients sont de plus en plus volatils. Aussi dans le contexte de crise actuel, tout est mis en œuvre pour les satisfaire et en décrocher de nouveaux. Mais le marché est tellement bas que la plupart des intervenants préfèrent rester discrets sur leurs dernières réussites et développements.

## Coefficient de frottement

**Certains acceptent quand même de témoigner sur leurs innovations.** C'est le cas de Techne, une PME qui a décidé d'intensifier sa présence sur le marché du médical pour tenter de compenser sa baisse d'activité. Elle a investi près d'un million d'euros entre 2008 et cette année dans des installations lui permettant d'appliquer de nouveaux traitements de surface sur ses joints de manière à en améliorer le coefficient

de frottement. La technologie utilisée a été brevetée. « Nous appliquons ce nouveau traitement de surface à environ 8 % de notre production totale de joint. Il nous permet de réduire le nombre de joints défectueux à moins de 100 pour un million de pièces produites », ajoute Georges Fontaine, dirigeant fondateur de Techne. En réduisant le coefficient de frottement de ses joints, Techne limite leur usure dans le temps et accroît ainsi leur durée de vie. Moins de frottement veut dire moins de perte d'énergie. D'où la possibilité de réduire la pression hydraulique à mettre en œuvre pour déplacer la tige d'un vérin, avec à la clef la possibilité de monter une pompe de plus petite taille moins coûteuse



© Freudenberg Simrit

Simrit propose des joints moulés en élastomère, moulés en élastomère et adhésés, extrudés, découpés ou usinés. Il fabrique également des pièces métalliques en cuivre, en aluminium ou en métal revêtu de fine couche d'élastomère. Il utilise aussi des thermoplastiques souvent des polytétrafluoréthylène et des résines phénoliques

et aussi moins bruyante. Pour les applications de pointe où chaque watt de perte de puissance et chaque gramme de CO2 se paient cher, Freudenberg Simrit préconise quant à lui sa bague à lèvres Simmering Radiamatic HTS II en raison de sa résistance chimique et de sa forme à frottement réduit. Adaptée aux étanchéités en fonctionnement à sec ou avec des fluides environnant agressifs, elle se distingue par son efficacité énergétique. « Cette bague est maintenant disponible sur stock dans environ 50 dimensions différentes pour un montage sur des diamètres d'arbres de 20 à 125 mm », indique Hervé Quiwet, responsable qualité chez Freudenberg Simrit SAS.



Le laboratoire de Garlock situé au sein du CEA de Pierrelatte est composé d'une dizaine d'ingénieurs et techniciens mixte CEA-Garlock

## Recettes

Tous ne s'accordent pas sur les avantages énergétiques qu'offre la réduction des coefficients de frottement. Pour Pierre Yves Pina, les gains énergétiques ainsi obtenus sont quantité négligeable. Excepté toutefois, le reconnaît-il « dans certaines applications bien spécifiques. Dans le cas par exemple d'un axe de pompe à injection, un coefficient de frottement trop important du joint entraîne au démarrage une surconsommation énergétique ». Quoiqu'il en soit, le traitement de surface doit agir suffisamment en profondeur et ne pas se résumer à un simple revêtement car il devient souvent inexistant au bout de quelques heures seulement de fonctionnement. D'autres solutions existent pour réduire ces coefficients de frottement comme l'ajout de matière autolubrifiante au sein même de la recette de fabrication du joint. Les recettes de formulation changent selon l'application. Il en existe des milliers. Chaque fournis-

« Les recettes de formulation changent selon l'application. Il en existe des milliers »

seur cherche à se démarquer et élabore régulièrement de nouvelles recettes. Là où les élastomères ne résistent pas au contact des produits, Evco propose ses solutions perfluorées FFKM dont sa gamme porte le nom de Dynalast. Sont associés aux élastomères fluorés (FKM) la résistance chimique du polytétrafluoréthylène (PTFE). Les joints Dynalast trouvent leurs applications dans la chimie, la pétrochimie et les fabricants de peinture. Ils offrent une résistance chimique sensiblement identique à celle du PTFE à des températures d'utilisation maximale de 290 °C en service continu et de 310 °C en pointe. « Pour les guidages nous avons sorti des joints en polyamides 6.6 injecté qui offre des résistances mécaniques meilleures que ceux en résine d'acétal avec un coût seulement majoré de 10 à 20 % », indique David Dehors, directeur général d'Evco. Plus besoin de prendre des guidages en résine phénolique qui coûte trois à cinq fois plus cher que l'acétal lorsque la résistance attendue du gui-

## Le Cetim caractérise les fuites et les frottements d'étanchéité dynamique

Le pôle technologique de l'étanchéité du Cetim (Centre technique des industries mécaniques) développe des codes de calculs spécifiques permettant d'optimiser l'étanchéité pour les besoins de l'industrie. « Nous travaillons en collaboration le laboratoire d'étude et de recherche des étanchéités dynamiques (LERDED) crée en 2004 par le Cetim et le Laboratoire de mécanique des solides de l'université de Poitiers », indique Didier Fribourg, responsable ressource de ce pôle. Basée à Nantes, l'activité de son équipe qui compte cinq personnes et qui est dédiée à l'étanchéité dynamique consiste à mettre au point des bancs d'essais et à réaliser des essais permettant de caractériser les fuites et le comportement du frottement du joint. Ces

travaux permettent d'analyser la compatibilité des élastomères avec les lubrifiants, de connaître le comportement des élastomères à basse température, de comprendre l'influence de la géométrie des joints et de la pression de travail sur le coefficient de frottement. Autant d'informations qui aident ensuite l'industriel à trouver le meilleur compromis possible entre un niveau de fuite acceptable et un coefficient de frottement suffisant pour une durée de vie optimisée. « Nous avons dernièrement réalisé une étude sur le frottement de joints de vérin pour Bosch Rexroth France. Nous leur avons fourni un outil qui leur donne les moyens de caractériser les forces de frictions obtenues sur leurs vérins selon la nature du joint utilisé », précise Didier Fribourg.

© Garlock



Les joints labyrinthes de Garlock répondent aux exigences de la norme API 610 imposées pour des utilisations dans les secteurs de la chimie où tout risque d'étincelles est à proscrire. Garlock propose des prestations complètes de la conception au montage sur site en passant par l'analyse des modes de défaillances et la formation

dage est compris entre 30 et 60 Mega Pascal. Du nom de POFC pour porteur forte charge, cet élément de guidage et d'étanchéité convient même à des températures jusqu'à 120 °C.

## Durées de vie

**Les éléments d'étanchéité réalisés dans des mélanges à base de caoutchouc fluoré sont très bien adaptés à des environnements exigeant une grande stabilité thermique et chimique.** Pour des environnements particulièrement problématiques, tels que les lubrifiants fortement additivés, Simrit a élaboré des mélanges FKM spécifiques. Les fluorés supportent en continu des

températures jusqu'à 200 °C. Le 75 FKM 260507 présente une excellente résistance aux lubrifiants agressifs contenant des amines. Il ne présente que de légères variations de ses caractéristiques mécaniques après 168 heures à 150 °C dans de l'huile lubrifiante agressive alors que le matériau copolymère standard présente dans les mêmes conditions une réduction de l'allongement à la rupture de plus de 50 %. Ce qui limite son effet d'étanchéité. Recherche d'économie oblige, les industriels ont tendance à réduire leurs opérations d'entretien et veulent donc que leurs solutions d'étanchéité tiennent le plus longtemps possible. « Et comme les pressions sont de plus en plus élevées sur des équipements de plus en plus

© Angst + Pfister



Angst + Pfister France réalise la moitié de son chiffre d'affaires avec des produits d'étanchéité standard et l'autre moitié avec des solutions spécifiques réalisées à la demande, autant en volume qu'en valeur.

petits, nos joints sont soumis à des températures plus hautes qu'auparavant », affirme Michel Le Floc'h, directeur de SKF Economos France. En réponse à ses nouvelles exigences, sa société propose les produits de la gamme S-Ecopur (TPU) anthracite. Cette nouvelle composition polyuréthane a été optimisée pour ses caractéristiques tribologiques par l'apport d'une combinaison judicieuse de lubrifiants solides. Ce matériau convient aux applications les plus sévères en hydraulique à base d'eau ainsi qu'en pneumatique non lubrifié. Pour les basses températures, SKF Economos propose son T-Ecopur (TPU) bleu. Cet élastomère thermoplastique polyuréthane modifié garde ses propriétés à des températures qui descendent jusqu'à - 50 °C.

## Stabilité

Garlock propose, quant à lui, des nouvelles nuances de PTFE (Poly Tétra Fluoro Ethylène) modifié pour ses bagues à lèvres. « Les PTFE naturels ont tendance à fluer sur les applications d'étanchéité dynamique et ils s'usent très vite. Nous les avons modifiés de manière à les rendre plus résistants », précise Stéphane



Filiale de SKF Division Etanchéité, Economos propose des joints d'étanchéité usinés. En 2008 son chiffre d'affaires atteignait 10,1 millions d'euros avec un effectif de 76 personnes

## « Certains joints sont issus de développement menés en coopération avec le client »

Guignard, responsable des produits dynamiques chez Garlock. Utilisés au départ pour les applications statiques sous formes de feuilles découpées, les joints Gylon de cet industriel sont aujourd'hui commercialisés sous forme

de bagues à lèvres. Et par rapport aux bagues à lèvres en élastomère, ils tiennent mieux aux fortes pressions. Sa stabilité dimensionnelle quelle que soit la température élimine tout phénomène d'extrusion dans le tube. Les risques

de restriction de débit et de détérioration par érosion sont ainsi limités. Pour les besoins spécifiques des industries médicales, pharmaceutiques et alimentaires devant répondre aux exigences de la norme américaine API 610, Garlock a lancé des joints labyrinthe en bronze avec anneau en PTFE qui se montent sans outil dans des environnements non pressurisés. Commercialisés sous le nom de Guardian, ces joints sont disponibles dans des diamètres allant de 22 mm à 762 mm et admettent un déplacement axial de plus ou moins 0,64 mm. Ils sont utilisés pour l'isolation des roulements de pompes de raffinerie, d'extraction pétrolière et dans l'industrie chimique. Ces joints sont le fruit de travaux de recherche menés par le laboratoire que Garlock a ouvert en 1969 au sein du CEA de Pierrelatte. « Nous ne faisons pratiquement pas de standard. Nos joints sont la plupart du temps usinés à l'unité », souligne Stéphane Guignard. ■

*Geneviève Hermann*

## 20 000 heures et plus sans défaillance

Le fabricant de joints Freudenberg Simrit et le spécialiste des lubrifiants Klüber ont mis au point en coopération avec le fabricant de réducteur ZAE-AntriebsSysteme une solution d'étanchéité pour arbre tournant qui fonctionne sans entretien ni défaillance pendant au moins 20 000 heures avec une probabilité de plus de 99,9 %. L'influence de la conception de l'environnement de la bague d'étanchéité a tout d'abord été étudiée à l'aide de calculs analytiques et numériques en fonction de la vitesse et de la pression existant dans l'espace circulaire

compris entre la bague et le roulement. Les résultats ainsi obtenus de manière théorique ont ensuite été vérifiés en pratique. Il s'est avéré que la réduction du diamètre de l'espace circulaire, l'amélioration de la circulation de l'huile et l'utilisation de l'élastomère 75 FKM 170055 très résistant à l'usure permettait d'éviter toute insuffisance de lubrification sur l'arrête d'étanchéité. Un essai en laboratoire réalisé dans des conditions nominales avec un bain d'huile à environ 50 °C a confirmé l'efficacité de cette solution pendant 20 000 heures de services.