

## Elastomères

# Le talon d'Achille de l'hydraulique

Tous les élastomères sont affectés par leur environnement fluide. Il est donc vital pour le système hydraulique que les matériaux soient sélectionnés de façon à supporter au mieux leur environnement.

► Les élastomères comme les fluides sont formulés très différemment d'un fabricant à l'autre. « Les fabricants de joints ont des tableaux de compatibilité joint/fluide, mais malheureusement, les compatibilités varient beaucoup entre les marques ! » déplore Philippe Gross, responsable Division composant de Hydac. Conséquence : un joint compatible avec la marque d'huile X ne l'est donc pas forcément avec la marque Y, et vice-versa !

Or, « une incompatibilité crée des fuites externes en détériorant le joint, mais aussi des fuites internes. Ces dernières créent un échauffement par perte de pression et conduisent à l'endommagement de l'application s'il n'y a pas de dispositif d'arrêt d'urgence prévu pour ce cas. Les éléments dynamiques sont grippés, se détériorent et cassent », explique Stéphane Dorvaux, responsable SAV hydraulique Bosch Rexroth.

### VARIANTES

« Les matières synthétiques sont réalisées chimiquement par polymérisation, polyaddition ou polycondensation de carbone, pétrole, gaz naturel, calcaire, eau et air. Il en existe plus de 50 sortes dont la plupart présentent plusieurs variantes », énumèrent les responsables de FGTI. On distingue plusieurs groupes de matières synthétiques (voir encadré). Elles sont tra-



Photo : Greene Tweed

## TESTS MINIMUMS

« Les matières utilisées en étanchéité sont testées avec trois huiles de référence : ASTM 1, 2 et 3, dont les points d'aniline respectifs sont 124, 93 et 69°C », spécifie l'Unitop dans le Guide pratique de l'étanchéité. Connaissant le point d'aniline d'un fluide particulier, on pronostique que la matière se comportera approximativement comme dans le fluide de référence ayant le point d'aniline le plus proche, mais on peut aussi effectuer une règle de trois. L'Unitop recommande cependant de réaliser des tests dans le fluide « réel ».

« On considère qu'une matière et une huile sont compatibles si la variation de volume lors de l'essai de 70 heures à 100°C n'excède pas +/- 5% ». Reste à prendre en compte, en plus de la température du fluide, un échauffement dû au frottement de l'arête d'étanchéité qui peut atteindre plusieurs dizaines de degrés dans le cas d'une utilisation dynamique.



**« Les fabricants de joints ont des tableaux de compatibilité joint/fluide, mais les compatibilités varient beaucoup entre les marques ! »**

vallées pour obtenir à la fois la ténacité voulue, un poids spécifique bas, une stabilité mécanique en liaison avec d'autres matières, une durée de vie importante, des caractéristiques électriques, peu de conductibilité thermique, une aptitude au formage (pour assurer la multiplicité des profils), l'isolation sonore, la facilité de colorisation, l'état de surface, et... une bonne stabilité chimique !

Un caoutchouc, outre l'élastomère de base, contient ainsi entre autres du noir de carbone, des durcisseurs qui permettent de lui donner une forme, des agents de vulcanisation et des charges minérales qui augmentent sa durée de vie et améliorent ses

caractéristiques mécaniques. Ces charges vont se retrouver dans les filtres si elles sont dissoutes par le fluide.

Les joints sont aussi attaqués chimiquement par les additifs des fluides par hydrolyse et oxydation/réduction. Les dommages chimiques peuvent notamment provoquer la perte d'interface de lèvres de joint, par ramollissement, gonflement excessif ou rétrécissement.

De plus, les fabricants n'hésitent plus à combiner les matières sur une même pièce. « Le nitrile et le viton sont souvent utilisés comme base de joints composites : ils forment le joint torique sur lequel sera posé le « porteur », partie qui exerce le frottement sur le

chrome d'un vérin et qui sera en polyuréthane ou en PTFE (chargé bronze ou carbone) », décrit Jean Lurot, responsable du bureau d'études Vérins hydrauliques Bosch Rexroth Fluitech.

#### LES MATIÈRES FONT LA DIFFÉRENCE

« Au contact de fluides de plus en plus agressifs, tels les acides et bases lors des nettoyages dans l'industrie alimentaire, les matières font la différence grâce à la stabilité chimique des matrices PTFE », expliquent les responsables de FGTI. Ainsi, une combinaison caractérisée par un très faible coefficient de frottement et sa stabilité chimique pro-



Photo: Merle

« Au contact de fluides de plus en plus agressifs, les matières font la différence grâce à la stabilité chimique des matrices PTFE »

longe la durée de vie du joint. Outre les étanchéités évidentes, bien des composants sont équipés de joints pour leur bon fonctionnement. Tel les filtres, dotés de joints toriques statiques. « Ils souffrent moins qu'une étanchéité dynamique. Il n'y a donc pas forcément beaucoup d'effets secondaires. Mais si un bout de caoutchouc se détache et part dans le circuit, une électrovanne va en pâtir ! », remarque Philippe Gross.

Les joints se retrouvent également dans les robinets, les vannes, les vérins, les pompes et moteurs (joint d'arbre) et les distributeurs. Ils forment ainsi le point faible de pratiquement chaque organe de la machine.

#### THÉORIE ET RÉALITÉ

Une des difficultés du choix des matières réside dans la différence des résultats entre la théorie et l'expérience, voire entre les tests en laboratoire et la réalité ! « L'eau/glycol est bien supportée par le NBR/PTFE et le FPM. Mais par expérience, c'est encore le NBR qui se comporte le mieux à 90°C-100°C, contrairement à ce que disent les fabricants de joints », affirme Jean Lurot.

D'autant que trois sortes d'étanchéités sont mises en jeu au sein des machines. L'étanchéité statique est réalisée entre deux pièces fixes. L'étanchéité en mouvement linéaire alternatif se retrouve sur les vérins et actionneurs qui doivent assumer une transmission de puissance ou permettre un positionnement. L'étanchéité en rotation ou oscillation est rencontrée sur un arbre par rapport à un point fixe. Le joint réagira différemment au fluide s'il est sollicité mécaniquement ou pas !

Et il s'agit de faire attention à ce que l'on achète ! « Les joints achetés n'importe où pour gagner sur les prix, simples copies d'un joint de « constructeur », ne vont pas offrir la même précision dimensionnelle et encore moins la même matière. L'incompatibilité est fréquente dans ce cas de figure et coûteuse dans ses conséquences ! », insiste Stéphane Dorvaux.

#### SURFACE DE CONTACT

D'autres pièces à base d'élastomères existent dans la machine hydraulique. « La vessie d'un accumulateur est plus sensible qu'un joint car sa surface de contact avec le fluide est plus importante », précise Philippe Gross. « L'incompatibilité peut mener à sa destruction. On travaille sur une quinzaine d'élastomères choisis en fonction du fluide hydraulique utilisé et de la

#### COMPATIBILITÉS CLASSIQUES

« Les huiles minérales vont convenir à des élastomères de type hydrine et nitriles, éventuellement avec des vitons. Les butyles seront utilisés pour des fluides à base aqueuse et l'EPDM pour le Skydrol en applications aéronautiques », énoncent les responsables de Olaer.

Pour la plupart des fluides hydrauliques difficilement inflammables « on peut considérer les grandes lignes suivantes », d'après l'Unitop : seuls les polyuréthanes sont déconseillés avec les fluides glycol/eau (HFC) ; avec les fluides à base d'esters-phosphates (HFD), n'utiliser que les élastomères perfluorés (FFKM), les élastomères chlorés et fluorés (FKM) et les polytétrafluoréthylène (PTFE) pour les HFDR mais uniquement le butadiène nitrile acrylique (NBR) et le polytétrafluoréthylène (PTFE) pour les HFDU.

Les huiles biodégradables sont très agressives car fortement additivées pour assurer cette biodégradabilité. « Dans tous les cas, l'utilisateur doit se retourner vers le fabricant de joints », mets en garde l'Unitop. Les polyuréthanes, le NBR et le HNBR sont le plus souvent compatibles jusqu'à 80°C, on préfère le HNBR et le FKM peroxydé pour aller jusqu'à 100°C.

Même si le fluide est compatible avec la matière utilisée, il y a toujours gonflement par échange plastifiant/fluide. Ce phénomène a lieu au début de la vie de la pièce, jusqu'à obtention de l'équilibre chimique.

Le temps d'utilisation est également très important : un matériau peut être très bon 100 heures à une température donnée dans un fluide spécifique mais être juste suffisant à la même température pendant 400 heures et s'extruder en cas de pointe de pression.

température de service », remarquent les responsables d'Olaer.

Cinq types d'élastomères sont utilisés : hydrines, nitrile, viton, butyle, EPDM. Si le fluide se comporte comme un solvant, « il y a dissolution pure et simple du caoutchouc : on retrouve l'accumulateur vide de sa vessie ». Si le fluide fait beaucoup gonfler l'élastomère, la vessie n'a plus du tout les propriétés requises : une vessie en butyle ou en EPDM plongée dans de l'huile minérale voit son volume multiplié par quatre !

« La résistance des vessies à la température n'évolue pas forcément de la même façon que celle des joints : la vessie est toujours très sollicitée mécaniquement », souligne Marc

### MATÉRIAUX DE BASE

La plupart des joints utilisés en hydraulique ou en pneumatique sont fabriqués à partir de matériaux élastiques, principalement répartis en quatre groupes de matériaux :

- les élastomères : polymères à base de caoutchouc, déformables de manière élastique
- les élastomères thermoplastiques (TPE) : déformables de manière élastique sur une plage de température donnée
- les plastomères : polymères déformables de manière plastique.
- les thermodurcissables : résines phénol/formaldéhyde pour les applications de guidage

Mendowski, chef de l'activité marché spéciaux d'Olaer. Un autre effet secondaire observé est l'accroissement de la perméabilité de la matière en fonction du temps, qui dépend de la chimie du fluide et a le

défaut de le mettre en contact avec le gaz.

Restent les flexibles, très présents aussi dans les systèmes hydrauliques et de compositions tout aussi diverses et variées que les joints. « Assu-

rez-vous, lors du choix du tuyau, de la compatibilité entre le tube, la robe, les embouts, les joints toriques et le fluide utilisé », conseillent les responsables de Gates.

« Certaines des huiles les plus agressives, spécialement les huiles biodégradables, peuvent migrer à travers le tube et les différentes couches du renforcement, finissant par former des cloques ou des suintements à travers la robe extérieure », décrivent-ils. Ces effets s'accroissent encore avec l'utilisation d'huiles à faible viscosité, de hautes températures ou avec l'utilisation d'huiles à viscosité améliorée qui contiennent beaucoup d'additifs. Une palette d'écueils de plus à éviter ! ■

E.B.