

Manuel des Joints toriques



Technologie d'étanchéité par Parker-Prädifa

Le groupe Engineered Materials de Parker Hannifin Corporation est le leader mondial dans le domaine de la conception, du développement et de la fabrication des systèmes d'étanchéité, des amortisseurs de vibrations, des systèmes de blindage contre les interférences électromagnétiques et des matériaux de dissipation de la chaleur.

Grâce à ses sites de fabrication de pointe et à son expertise interne en matière de matières, de conception, de technologie et de processus de test, le groupe Engineered Materials de Parker offre un vaste portefeuille de produits, allant des produits standard aux nouveaux développements de produits et de systèmes sur mesure. Ces derniers sont souvent le fruit de partenariats de développement étroits établis avec nos clients, en restant fidèle à la devise de Parker : « Engineering Your Success ».

Produits de la division Prädifa Technology Division

La division Prädifa Technology Division fabrique des joints toriques et des pièces moulées spéciales pour l'ingénierie automobile, les industries chimique et biochimique, le secteur de l'énergie hydraulique, les technologies de réfrigération et de climatisation, l'industrie pétrolière, la technologie médicale, l'aérospatiale, l'industrie des semi-conducteurs et de nombreux autres secteurs industriels.

En outre, notre gamme de produits comprend les articles suivants :

- Bagues anti-extrusion Parbak®
- Composants extrudés de précision
- Produits médicaux

- Assortiments de joints toriques
- Graisses et lubrifiants d'assemblage
- Revêtements de surface ParCoat®

Matériaux

Des matériaux sur mesure nécessitent des procédés de formulation adaptés. Ainsi, Parker produit ses mélanges de caoutchouc et polymérise ses matériaux thermoplastiques en interne. La gamme de matériaux développés et produits par Parker s'étend des matières destinés aux températures extrêmement basses (jusqu'à -60 °C, comme les silicones), à ceux conçus pour les très hautes températures jusqu'à 320 °C (Parofluor®/FFKM). Parker propose la matière adaptée aux besoins spécifiques de l'application, notamment une excellente résistance contre les produits chimiques agressifs.

Manuel Joints toriques de Parker

Manuel des Joints toriques de Parker est la ressource de référence utilisée par les concepteurs de systèmes d'étanchéité depuis des décennies. Il contient des informations complètes sur les propriétés des élastomères les plus importants en matière d'étanchéité, des exemples types d'application des joints toriques, exemples de systèmes d'étanchéité conçus pour opérer de façon statique et des descriptions de conditions susceptibles de provoquer une défaillance des joints toriques. Par ailleurs, le manuel propose une vue d'ensemble des dimensions et des normes internationales, ainsi que des données de compatibilité avec les fluides, les gaz et les solides.



Programme de sécurité Parker

Avertissement – responsabilité de l'utilisateur

Le présent document et d'autres documentations fournies par Parker-Hannifin Corporation, ses filiales et ses distributeurs agréés, proposent des options de produits ou de systèmes destinées à l'étude par des utilisateurs possédant de solides connaissances techniques.

L'utilisateur, de par son analyse et les tests qu'il effectue, est seul responsable du choix final du système et de ses composants, ainsi que de la conformité de l'application à toutes les exigences en termes de performances, d'endurance, de maintenance, de sécurité et d'avertissement. L'utilisateur doit analyser tous les aspects de l'application, respecter les normes industrielles applicables et agir selon les informations sur le produit figurant dans le catalogue de produits actuel et dans tout autre document fourni par Parker, ses filiales ou ses distributeurs agréés.

Dans la mesure où Parker, ses filiales ou ses distributeurs agréés proposent des options de systèmes ou de composants reposant sur des données ou des spécifications indiquées par l'utilisateur, c'est à ce dernier qu'incombe la responsabilité de déterminer si de telles données et spécifications conviennent et sont suffisantes pour toutes les applications et toutes les utilisations raisonnablement prévisibles des composants ou des systèmes.

Plages de fonctionnement

Nos joints doivent être utilisés uniquement selon les paramètres de fonctionnement indiqués dans nos documents concernant la compatibilité avec les fluides de contact, les pressions et les températures ainsi que la durée de stockage. Une application ou une utilisation ne respectant pas les paramètres de fonctionnement précisés ainsi que le choix erroné de différentes matières peuvent porter atteinte à la santé, à l'environnement et/ou aux équipements ainsi qu'aux installations.

Les renseignements qui figurent dans nos publications sont issus d'un savoir-faire acquis au cours de dizaines d'années d'expérience en fabrication et en application de joints. Malgré cette expérience, des facteurs inconnus résultant de l'application pratique de joints peuvent affecter considérablement l'applicabilité globale de ces renseignements, de telle sorte que les recommandations fournies dans le présent document ne doivent pas être considérées comme étant d'une nature générale absolue.

Les données relatives à la pression de service, la température de service et la vitesse périphérique indiquées dans les colonnes représentent les valeurs maximales et sont interdépendantes. Dans des conditions de travail extrêmes, il est recommandé de ne pas appliquer simultanément toutes les valeurs maximales.

Pour des exigences spécifiques (pression, température, vitesse, etc.), veuillez contacter notre service de conseil afin de nous permettre de vous orienter vers les matériaux et/ou modèles appropriés.

Compatibilité des joints avec les fluides de fonctionnement / agents de nettoyage

Compte tenu de la grande diversité des paramètres de fonctionnement qui influent sur les dispositifs fluidiques et de leur effet sur les joints, les fabricants de ces dispositifs doivent impérativement approuver l'adaptabilité fonctionnelle et opérationnelle des joints aux conditions réelles.

En outre, étant donné l'augmentation constante de nouveaux fluides pouvant servir d'huiles hydrauliques, de lubrifiants et d'agents de nettoyage, nous vous invitons à tenir dûment compte de l'aspect compatibilité avec les élastomères d'étanchéité actuellement employés.

Les additifs ajoutés aux fluides de base pour améliorer certaines caractéristiques fonctionnelles sont susceptibles d'influer sur les caractéristiques de compatibilité des matériaux d'étanchéité.

C'est pourquoi tout produit équipé de nos joints doit impérativement faire l'objet de tests de compatibilité avec les fluides ou les agents de nettoyage opérationnels approuvés ou précisés par vos soins dans votre usine ou au moyen de tests sur le terrain préalablement à toute application en série.

Nous vous demandons de bien vouloir respecter le présent avis puisque, en tant que fabricant de joints, nous ne sommes pas en mesure, par principe, de simuler des conditions particulières et toutes les conditions de l'application finale, ni de connaître la composition des fluides et des agents de nettoyage opérationnels employés.

Modification des conceptions

Nous nous réservons le droit de modifier les conceptions sans préavis.

Prototypes et échantillons

Les prototypes et les échantillons sont fabriqués à partir de moules expérimentaux. La fabrication en série qui s'ensuit peut être différente de la fabrication de prototype du point de vue des techniques de production, sauf accord contraire particulier préalablement conclu.

Livraison et services

La garantie de livraison (disponibilité des moules) pour des dimensions particulières de notre gamme de produits est limitée à sept ans.

Les moules endommagés, y compris les pièces standard, peuvent uniquement être remplacés en cas de demande suffisante. La plupart des dimensions indiquées dans le présent catalogue sont normalement (mais pas systématiquement) disponibles en stock.

S'agissant de la production de quantités plus petites ou de matières spéciales, et dans le cas de procédures particulières de production, nous nous réservons le droit de facturer une part, calculée au prorata, des frais de mise en place.

Toutes les livraisons et tous les services sont soumis à nos conditions générales.

Systèmes qualité

Nos sites de fabrication sont certifiés conformément à la norme ISO 9001 resp. ISO/TS 16949 resp. EN9100.

Copyright

Tous droits réservés par Parker Hannifin Corporation. La reproduction d'extraits est soumise à autorisation. Droits de modification réservés.

Validité

La présente édition remplace tous les documents précédents.

1 Introduction	7	5 Autres produits et accessoires	63
2 Types de montages	9	5.1 Pièces moulées en caoutchouc	63
2.1 Définition de la conception	9	5.2 Graisse d'assemblage et lubrifiants	63
2.2 Joints statiques	9	5.3 Assortiments de joints toriques	64
2.2.1 Joints statiques – montage radial	10	5.3.1 Mallette de joints toriques n° 2	64
2.2.2 Joints statiques – montage axial	10	5.3.2 Mallette de joints toriques n° 4	66
2.2.3 Joints statiques – gorge en queue d'aronde	11	5.3.3 Mallette de joints toriques n° 6	66
2.3 Joints dynamiques	12	5.3.4 Mallette de joints toriques n° 7	67
2.3.1 Joints dynamiques – hydraulique	12	5.4 Cône et ruban de mesure pour joints toriques	67
2.3.2 Joints dynamiques – pneumatique	14	5.5 Outils pour montage des joints toriques	68
2.4 Courroies d'entraînement	15	5.6 Revêtements de surface Parcoat® – une approche en douceur du montage des joints toriques	68
2.5 Instructions de construction et d'assemblage	18	6 Matières d'étanchéité en élastomère	71
2.5.1 Chanfreins	18	6.1 Informations générales	71
2.5.2 Traversée des ports croisés forés	19	6.2 Vue d'ensemble des matériaux d'étanchéité	71
2.5.3 Impuretés et matériaux de nettoyage	19	6.2.1 Matériaux thermoplastiques (plastomères)	71
2.5.4 L'allongement	19	6.2.2 Élastomères	71
2.5.5 Joint torique roulé	19	6.2.3 Élastomères thermoplastiques (TPE)	73
2.5.6 Arêtes vives	19	6.2.4 Matériaux plastiques thermodurcissables (duromères)	73
2.5.7 Supports de montage	20	6.3 Élastomères de base	74
3 Recommandations en matière de conception	21	6.3.1 Caoutchouc acrylonitrile-butadiène (NBR)	74
3.1 Joints statiques	21	6.3.2 Caoutchouc butadiène (BR)	74
3.1.1 Compression et dimensions de conception	21	6.3.3 Caoutchouc butyle (IIR)	74
3.1.2 Joint de piston statique	22	6.3.4 Caoutchouc chlorobutyle (CIIR)	75
3.1.3 Joint de tige statique	26	6.3.5 Caoutchouc chloroprène (CR)	75
3.1.4 Joint de bride statique	30	6.3.6 Caoutchouc chlorosulfonyl-polyéthylène (CSM)	75
3.2 Étanchéité dynamique	34	6.3.7 Caoutchouc épichlorhydrine (CO, ECO)	75
3.2.1 Hydraulique - compression et dimensions de conception	34	6.3.8 Caoutchouc éthylène-acrylate (AEM)	76
3.2.2 Hydraulique - joint de piston dynamique	35	6.3.9 Caoutchouc Ethylène-propylène (EPM, EPDM)	76
3.2.3 Hydraulique - Joint de tige dynamique	37	6.3.10 Caoutchouc fluorocarbène (FKM)	76
3.2.4 Pneumatique - compression et dimensions de conception	39	6.3.11 Caoutchouc fluorosilicone (FVMQ)	77
3.2.5 Pneumatique - joint de piston dynamique	40	6.3.12 Caoutchouc nitrile butadiène hydrogéné (HNBR)	77
3.2.6 Pneumatique - joint de tige dynamique	42	6.3.13 Caoutchouc perfluoré (FFKM)	77
3.2.7 Pneumatique - assemblage flottant dynamique	44	6.3.14 Caoutchouc polyacrylate (ACM)	77
4 Joints toriques et bagues anti-extrusion Parbak®	47	6.3.15 Polyuréthane thermoplastique (TPU)	78
4.1 Joint torique dimension	47	6.3.16 Caoutchouc silicone (LSR, Q, MQ, VMQ)	78
4.2 Joints toriques pour raccords vissés	52	6.3.17 Caoutchouc styrène-butadiène (SBR)	79
4.2.1 Raccords vissés pour raccords de tubes métriques ISO 6149-1 et raccords ISO 11926-1 pour filetage UNF avec contre-alésage conique	52	6.4 Sélection de la matière	79
4.2.2 Raccord vissé DIN 3865 avec surface d'étanchéité à 24° pour alésage de type W selon la norme DIN 3861	52	6.5 Sélection de la matière selon les spécifications SAE et ASTM	81
4.2.3 SAE Raccords vissés J 514 APR 80, filetage SAE J 475 (ISO R 725)	53	6.6 Matières	82
4.2.4 Raccords vissés MS 33649, alésage fileté droit MIL-S-8879	54	6.7 Homologations	87
4.2.5 Joints toriques pour raccords de compression selon MS 33656	54	6.7.1 Matières pour la fourniture de gaz et les équipements grand public	87
4.3 Bagues anti-extrusion Parbak®	55	6.7.2 Vannes d'oxygène	87
4.3.1 Introduction	55	6.7.3 Matières pour la préparation, le stockage et la distribution de l'eau potable	87
		6.7.4 Matières destinées aux industries alimentaire et pharmaceutique	87

Table des matières

7 Applications	89	8.17 Friction et usure	109
7.1 Industrie automobile	89	8.17.1 Friction	109
7.1.1 Moteur	89	8.17.2 Usure	112
7.1.2 Système de freinage	89	8.17.3 Interaction entre la friction, l'usure et le processus d'étanchéité	112
7.1.3 Circuit de carburant	89	8.18 Allongement à la rupture	113
7.1.4 Boîte de vitesses	90	8.19 Résistance à la traction	113
7.1.5 Systèmes de climatisation	90	8.20 Relaxation des tensions	113
7.1.6 Réduction des émissions grâce au traitement des gaz d'échappement	90	8.21 Résilience au rebondissement	113
7.2 Biomédecine	90	8.22 Rayonnement	114
7.3 Procédés chimiques	90	8.23 Force de déformation de la section	114
7.4 Fluides hydrauliques écologiques	90	8.24 Compression de la section de joint torique (cm)	115
7.5 Équipements à énergie solaire	91	8.25 Modification de volume	117
7.6 Énergie géothermique	91	8.26 Résistance à la déchirure	117
7.7 Températures extrêmes	91	8.27 Déformation rémanente à la traction	117
7.7.1 Hautes températures	91	9 Critères de qualité	119
7.7.2 Basses températures	92	9.1 Qualité	119
7.8 Applications pour les gaz	94	9.2 Critères d'évaluation pour les joints toriques	119
7.9 Production de semi-conducteurs	94	10 Analyse des dommages	121
7.10 Technologies du froid et de la climatisation, propulseurs	94	10.1 Exigences physiques requises pour les joints toriques	121
7.11 Industries alimentaire et pharmaceutique	96	10.2 Fluage dans le jeu d'extrusion – les effets de la pressurisation	121
7.12 Industrie aérospatiale	96	10.3 Défaillance due à la déformation rémanente après compression	122
7.13 Ingénierie nucléaire	96	10.4 Joints toriques torsadés, défauts en spirale	123
7.14 Industrie du pétrole et du gaz	96	10.5 Décompression explosive	123
7.15 Sanitaire / chauffage	97	10.6 Abrasion	124
7.16 Étanchéité au vide	97	10.7 Erreurs de montage	124
7.17 Matières résistantes aux moisissures	98	11 Annexe	125
8 Terminologie des systèmes d'étanchéité	99	11.1 Normes	125
8.1 Critères de sélection généraux	99	11.1.1 Normes concernant les joints toriques	125
8.2 Abrasion	99	11.1.2 Autres normes	126
8.3 Vieillesse	99	11.2 Références croisées des tailles	127
8.4 Tests de vieillissement	99	11.3 Tableau des compatibilités avec les fluides	131
8.5 Coefficient de dilatation thermique	99	11.4 Index alphabétique	156
8.6 Déformation rémanente après compression	100		
8.7 Étanchéité, étanchéité technique	101		
8.8 Indice de compatibilité avec les élastomères (ECI)	102		
8.9 Propriétés électriques des élastomères	103		
8.10 Corrosion	103		
8.10.1 Corrosion provoquée par le soufre libre	103		
8.10.2 Corrosion due à la formation d'acide chlorhydrique	104		
8.10.3 Corrosion électrochimique	104		
8.11 Taux de fuite de gaz	104		
8.12 Dureté	106		
8.13 Effet de Gough-Joule	106		
8.14 Stockage, durée de stockage et nettoyage des élastomères	106		
8.15 Diminution de la section due à l'allongement	107		
8.16 Finition de surface de la face d'étanchéité	107		

Étanchéité par joint torique

Un joint torique empêche la perte indésirable de fluide ou de gaz. Un joint torique est un anneau circulaire doté d'une section circulaire. Le joint torique est abrité dans le logement. La combinaison de ces éléments, joint torique et gorge, constitue le système d'étanchéité par joint torique.

Les joints toriques sont principalement fabriqués à partir de caoutchouc synthétique. L'étanchéité est obtenue via une compression axiale ou radiale du joint. Du fait que les matières à base de caoutchouc se comportent comme des liquides incompressibles de grande viscosité avec une tension superficielle élevée, les joints toriques sont déformés par la pression du système (voir la figure ci-dessous). Cela augmente également la compression sur les surfaces d'étanchéité.

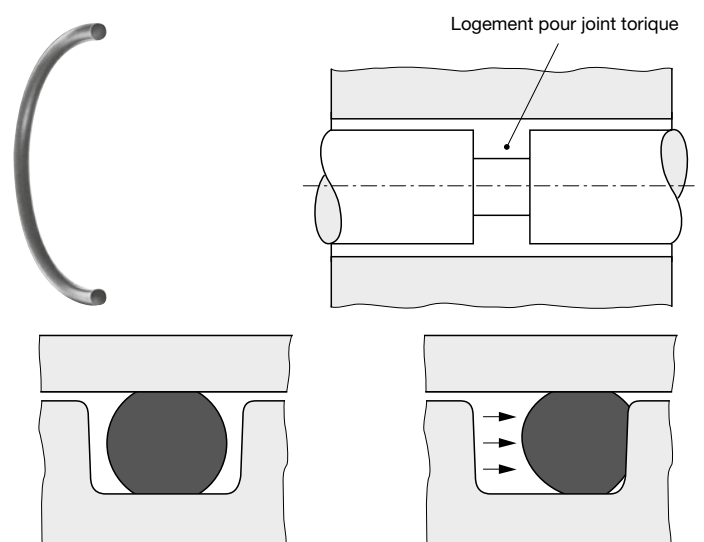


Fig. 1.1 Déformation du joint torique due à la pression du système

Avantages des joints toriques

1. Nombreux domaines d'application (pressions, tolérances, températures, fluides)
2. Étanchéité assurée par effet d'auto-étanchéité et de compression
3. Aucun resserrage nécessaire
4. Aucune application de couple critique
5. Une conception compacte.
6. Aucun fractionnement de gorge nécessaire
7. Calcul simple de la gorge
8. Manipulation et assemblage faciles
9. Conceptions techniques économiques de joints toriques

Joint statique

Un joint d'étanchéité statique est défini comme un joint d'étanchéité dont les surfaces adjacentes ne se déplacent pas l'une par rapport à l'autre (à l'exception des mouvements de faible amplitude dus à la pression du fluide).

Exemples de joints statiques : joints situés sous une tête de boulon ou un rivet, joints placés au niveau d'un raccord de canalisation, joints présents sous un couvercle ou un bouchon.

Les joints toriques ont la réputation d'être « les meilleurs joints statiques jamais développés ». Cette réputation tient sans doute au fait que le joint torique est pour ainsi dire « infaillible ». Aucun resserrage n'est nécessaire et toute erreur humaine est exclue à condition que les joints toriques soient mis en place au niveau des points d'étanchéité appropriés lors d'une première installation et d'une révision. Le joint torique ne nécessite pas un couple de serrage élevé pour obtenir une étanchéité parfaite. De plus amples informations sont disponibles à la section 3.1.

Étanchéité dynamique

Dans les applications dynamiques, les pièces devant être hermétiquement isolées se déplacent les unes par rapport aux autres. Les différents types de mouvements sont décrits comme pour mouvement linéaire alternatif, oscillants ou rotatifs. Les joints toriques installés sur les pistons ou les tiges de vérins hydrauliques afin de fournir une étanchéité dynamique pour mouvement linéaire alternatif sont les plus efficaces lorsqu'ils sont utilisés pour des moyeux courts et des diamètres relativement petits. Pour de plus amples informations, consultez la section 3.2.

Matières de joints toriques

Lors du choix d'une matière de joint torique, de nombreux facteurs doivent être pris en compte, les principaux étant les plages de pressions et de températures et le fluide considéré pour le système d'étanchéité. Une matière insensible au carburant peut ne pas être adaptée aux machines embouteilleuses, du fait que le matériau peut, sous certaines conditions, avoir un effet sur le goût et l'odeur de la boisson. Une matière parfaitement adaptée à la vapeur peut subir des dommages en présence d'alcool ou d'antigel dans le circuit de refroidissement par eau d'un véhicule. Compte tenu des nombreuses exigences concernant la sélection d'un joint torique, le choix final de la matière est au mieux un compromis optimal. Des informations plus détaillées sont disponibles à la section 6.

1 Introduction

2.1 Définition de la conception

Les joints toriques peuvent être utilisés dans des applications statiques telles que des bagues de couverture ou des tiges. Si les pièces d'une machine devant être hermétiquement isolées se déplacent les unes par rapport aux autres, le joint torique agit comme un joint d'étanchéité dynamique.

Les différents types de conceptions de joint sont les suivants :

- Lorsqu'une **gorge femelle** est coupé dans une pièce extérieure de la machine, on considère qu'il s'agit d'un « joint de tige ».
- Lorsqu'une **gorge mâle** est coupé dans une pièce intérieure de la machine, on considère qu'il s'agit d'un « joint de piston ».
- En présence d'une **compression axiale**, il s'agit d'une « garniture étanche ».

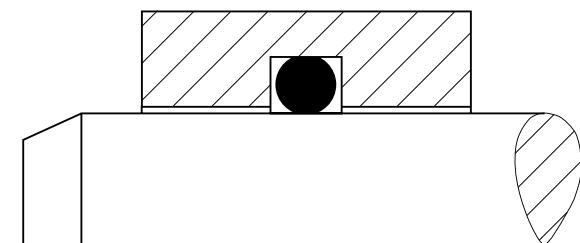


Fig. 2.1 Gorge femelle (« joint de tige ») : joint torique avec compression radiale

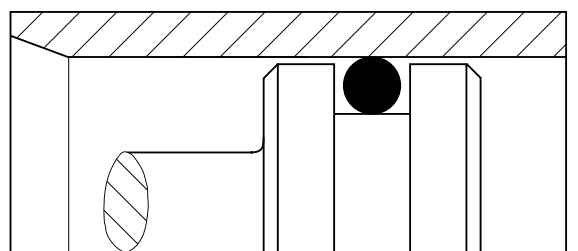


Fig. 2.2 Gorge mâle (« joint de piston ») : joint torique avec compression radiale

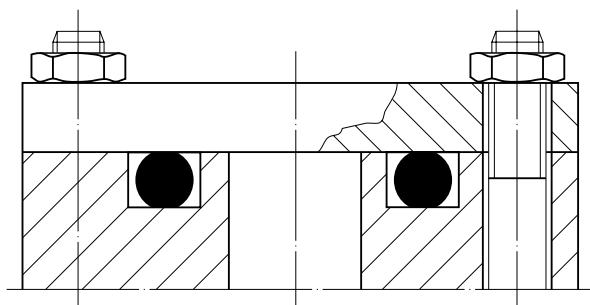


Fig. 2.3 Garniture étanche : joint torique avec déformation axiale

2.2 Joints statiques

Les joints toriques sont particulièrement adaptés à une utilisation dans des applications statiques, car la déformation appliquée pour produire l'effet d'étanchéité s'accroît à mesure que la pression du système augmente. L'efficacité du joint est liée à la fois à la conception appropriée de la gorge et au choix de la matière.

Dans tous les types d'applications, il est indiqué de choisir la **section de joint torique la plus élevée possible** autorisée selon les contraintes de conception. De façon générale, il est établi que la circonférence d'un joint torique installé ne doit pas être étirée de plus de 6 %, ni être comprimée de plus de 1 à 3 % (mesurée selon le diamètre intérieur du joint torique).

La dureté d'un joint torique est choisie en fonction de la pression appliquée, des tolérances (et les jeux associés) et de la finition de surface des éléments devant être hermétiquement isolés.

L'allongement élastique des matériaux métalliques (par exemple, les couvercles, les brides, les parois des cylindres ou les joints à vis) sous pression doit être pris en compte. Pour cette raison, le joint torique peut devoir combler le jeu d'extrusion surdimensionné susceptible d'apparaître.

Le type de joint d'étanchéité dépend également du traitement mécanique. Des méthodes de traitement économiques peuvent nécessiter des tolérances plus élevées et donc des jeux d'extrusion plus importants. Des bagues anti-extrusion peuvent être utilisées pour protéger des joints toriques radialement déformés contre l'extrusion prévue.

Les numéros de commande Parbak® indique les dimensions des bagues anti-extrusion en élastomère adaptées aux joints toriques de taille comprise entre 2 004 et 2 475 (pour plus d'informations, consultez la section « Bagues anti-extrusion »). Pour les matières à base de silicone, le jeu d'extrusion admissible est inférieur de moitié à celui normalement autorisé par d'autres matières élastomères, car ces matériaux offrent une très mauvaise résistance à l'extrusion et au déchirement.

Une pression élevée exercée sous la forme de pulsations et le mouvement relatif engendré au niveau des pièces d'une machine accentuent l'usure d'un joint torique. En outre, l'allongement élastique des composants individuels peut se traduire par un jeu d'extrusion plus important. Si des signes d'usure sont détectés au niveau d'un joint statique, nous recommandons d'améliorer la finition de surface ou d'utiliser des joints toriques en polyuréthane® (consultez le catalogue « Joints pneumatiques » ou « Joints hydrauliques »).

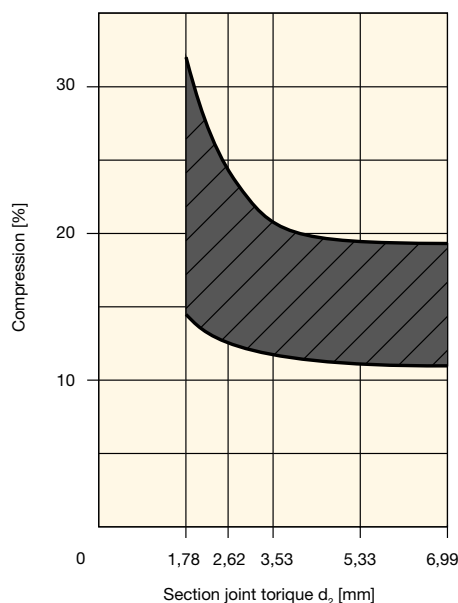


Fig. 2.4 Compression admise en fonction de la section d_2 - joint statique

2 Types de montages

2.2.1 Joints statiques – montage radial

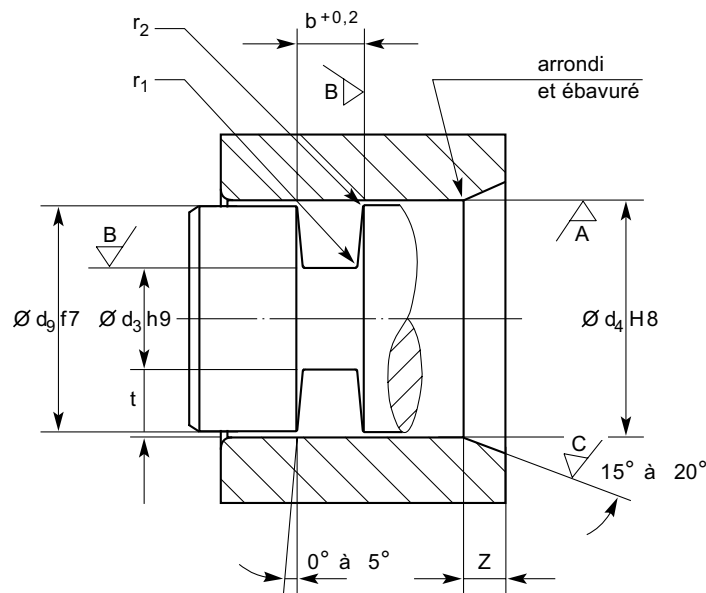


Fig. 2.5 Élément interne à la gorge

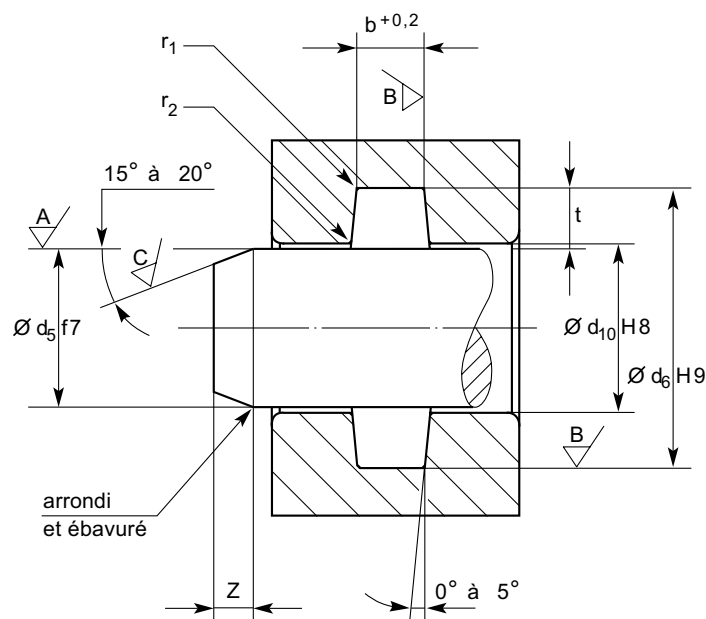


Fig. 2.6 Élément externe à la gorge

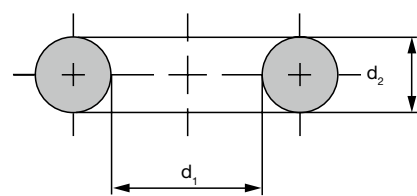


Fig. 2.7 Diamètre intérieur d_1 , -section d_2

d_2	$t^{1)}$	$b^{+0,20}$	z	r_1	r_2
1,50	1,10	1,90	1,5	0,2 - 0,4	0,1 - 0,3
1,78	1,40	2,40	1,5	0,2 - 0,4	0,1 - 0,3
2,00	1,50	2,60	1,5	0,2 - 0,4	0,1 - 0,3
2,50	2,00	3,20	1,5	0,2 - 0,4	0,1 - 0,3
2,62	2,10	3,60	1,5	0,2 - 0,4	0,1 - 0,3
3,00	2,30	3,90	2,0	0,4 - 0,8	0,1 - 0,3
3,53	2,90	4,80	2,0	0,4 - 0,8	0,1 - 0,3
4,00	3,25	5,20	2,0	0,4 - 0,8	0,1 - 0,3
5,00	4,10	6,50	3,0	0,4 - 0,8	0,1 - 0,3
5,33	4,50	7,20	3,0	0,4 - 0,8	0,1 - 0,3
6,00	5,00	7,80	3,0	0,4 - 0,8	0,1 - 0,3
6,99	5,90	9,60	3,6	0,8 - 1,2	0,1 - 0,3
8,00	6,80	10,40	4,0	0,8 - 1,2	0,1 - 0,3
9,00	7,70	11,70	4,5	0,8 - 1,2	0,1 - 0,3
10,00	8,70	13,00	4,5	0,8 - 1,2	0,1 - 0,3
12,00	10,60	15,60	4,5	0,8 - 1,2	0,1 - 0,3

¹⁾ Les tolérances sont calculées selon la formule $d_3 h_9 + d_4 H_8$ ou $d_5 f_7 + d_6 H_9$.
Les tailles DIN ISO 3601 sont préférables et indiquées ici en gras.

Tab. 2.1 Dimensions du logement – déformation radiale

Surface	Pression	Rugosité de la finition de surface, pourcentage de la zone de contact $t_p > 50\%$	
		R_a [μm]	R_{max}
A surface de contact	non pulsée	1,60	6,30
A surface de contact	pulsée	0,80	3,20
B fond et parois de la gorge	non pulsée	3,20	12,50
B fond et parois de la gorge	pulsée	1,60	6,30
C finition de surface du chanfrein d'entrée	-	3,20	12,50

Tab. 2.2 Rugosité de la finition de surface – joint statique

Recommandations en matière de conception à la section 3.

2.2.2 Joints statiques – montage axial

La section du joint torique se déforme dans une direction axiale. Lorsque le joint torique décrit un mouvement relatif sous l'effet d'une charge de pression, il est important de respecter la direction de la pression :

- Si la pression est exercée de l'intérieur, le joint torique doit coïncider avec le diamètre extérieur du logement (compression optimale de 1 à 3 % de sa circonférence).
- Si la pression est exercée de l'extérieur, le diamètre intérieur du joint torique doit coïncider avec le diamètre intérieur du logement (étirement jusqu'à 6 %).

2 Types de montages

2

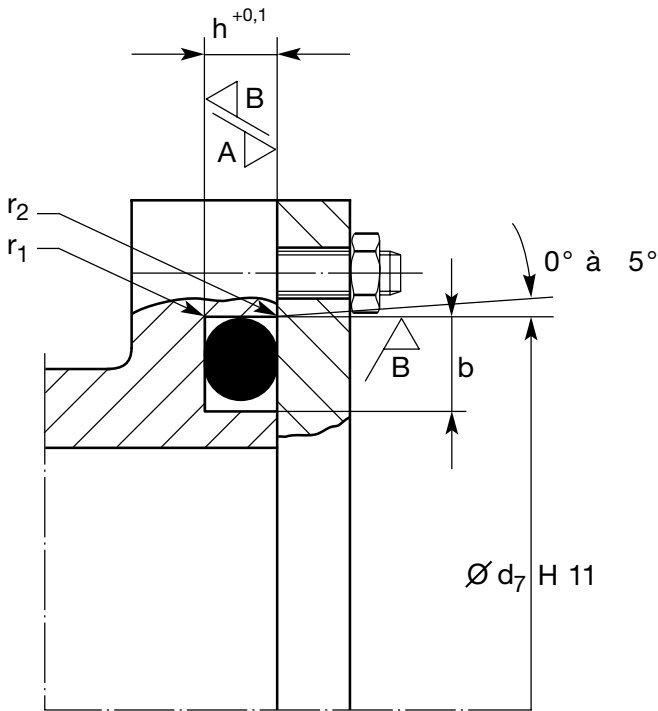


Fig. 2.8 Pression exercée de l'intérieur

d_2	$h^{+0,10}$	$b^{+0,20}$	r_1	r_2
1,50	1,10	1,90	0,20 - 0,40	0,20 - 0,40
1,78	1,30	2,40	0,20 - 0,40	0,20 - 0,40
2,00	1,50	2,60	0,20 - 0,40	0,20 - 0,40
2,50	2,00	3,20	0,20 - 0,40	0,20 - 0,40
2,62	2,10	3,60	0,20 - 0,40	0,20 - 0,40
3,00	2,30	3,90	0,40 - 0,80	0,20 - 0,40
3,53	2,80	4,80	0,40 - 0,80	0,20 - 0,40
4,00	3,25	5,20	0,40 - 0,80	0,20 - 0,40
5,00	4,00	6,50	0,40 - 0,80	0,20 - 0,40
5,33	4,35	7,20	0,40 - 0,80	0,20 - 0,40
6,00	5,00	7,80	0,80 - 1,20	0,20 - 0,40
6,99	5,75	9,60	0,80 - 1,20	0,20 - 0,40
8,00	6,80	10,40	0,80 - 1,20	0,20 - 0,40
9,00	7,70	11,70	0,80 - 1,20	0,20 - 0,40
10,00	8,70	13,00	0,80 - 1,20	0,20 - 0,40
12,00	10,60	15,60	0,80 - 1,20	0,20 - 0,40

Les tailles DIN ISO 3601 sont préférables et indiquées ici en gras.

Tab. 2.3 Dimensions de la gorge rectangulaire – déformation axiale

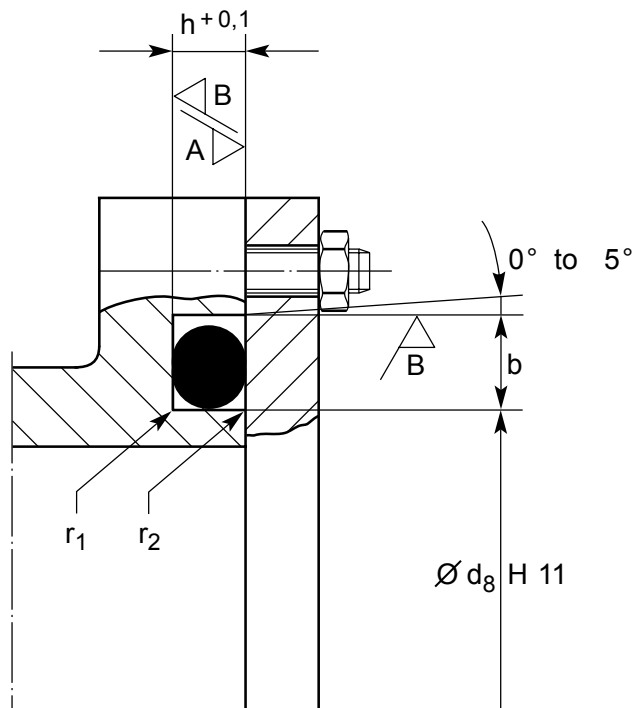


Fig. 2.9 Pression exercée de l'extérieur

Surface	Pression	Rugosité de la finition de surface, pourcentage de la zone de contact $t_p > 50\%$	
		R_a [µm]	R_{max}
A surface de contact	non pulsée	1,60	6,30
A surface de contact	pulsée	0,80	3,20
B fond et parois de la gorge	non pulsée	3,20	12,50
B fond et parois de la gorge	pulsée	1,60	6,30

Tab. 2.4 Rugosité de la finition de surface – joint statique

Recommandations en matière de conception à la section 3.

2.2.3 Joints statiques – gorge en queue d'aronde

La gorge en queue d'aronde est utilisée en cas de nécessité pour maintenir un joint torique en position, par exemple lors de travaux de surface, lors de l'ouverture et de la fermeture de certains outils ou machines, où dans l'éventualité où le joint torique tomberait de la gorge. L'usinage de la gorge est difficile et coûteux.

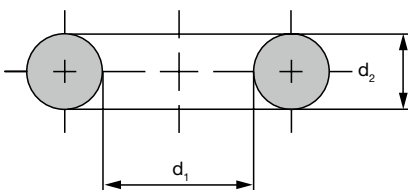
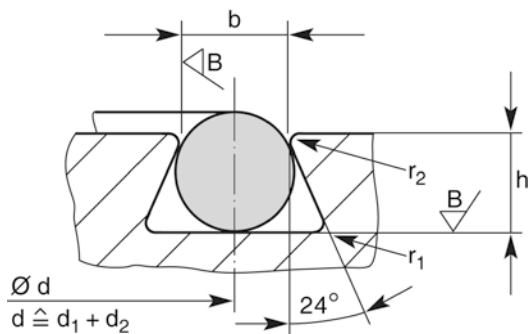


Fig. 2.10

2 Types de montages



d = diamètre médian du logement

La largeur de la gorge est mesurée avant de procéder à l'ébarbage des arêtes. Le rayon r_2 est choisi de façon à ce que le joint torique ne soit pas endommagé pendant le montage et afin qu'il ne puisse pas être piégé dans le jeu d'extrusion sous haute pression.

Fig. 2.11 Logement en queue d'aronde

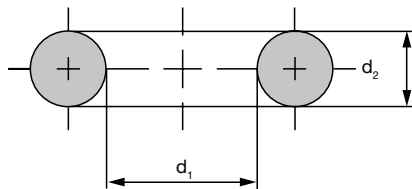


Fig. 2.12 Diamètre intérieur d_1 , -section d_2

d_2	h	$b^{+0,10}$	r_2	r_1
1,78	1,25 ^{+0,05}	1,40	0,10 - 0,30	0,4 - 0,6
2,62	2,05 ^{+0,05}	2,10	0,10 - 0,30	0,6 - 0,8
3,53	2,80 ^{+0,05}	2,85	0,10 - 0,30	0,8 - 1,0
5,33	4,55 ^{+0,08}	4,35	0,10 - 0,30	1,0 - 1,3
6,99	5,85 ^{+0,08}	5,85	0,10 - 0,30	1,3 - 1,6

Tab. 2.5 Dimensions des gorges en queue d'aronde

Surface	Pression	Rugosité de la finition de surface, pourcentage de la zone de contact $t_p > 50\%$	
		R_a [μm]	R_{max}
A surface de contact	non pulsée	1,60	6,30
A surface de contact	pulsée	0,80	3,20
B fond et parois de la gorge	non pulsée	3,20	12,50
B fond et parois de la gorge	pulsée	1,60	6,30

Tab. 2.6 Rugosité de la finition de surface – joint statique

2.3 Joints dynamiques

Le nombre de paramètres affectant les propriétés d'étanchéité et la durée de vie des joints de systèmes dynamiques ou pour mouvement linéaire alternatif est beaucoup plus important que dans le cas des joints statiques. Les joints de mouvement oscillant ou rotatif, de même que les joints d'étanchéité pour mouvement li-

néaire alternatif dans les domaines hydraulique et pneumatique, appartiennent à cette catégorie.

La déformation de la section des joints toriques est plus petite que celle des joints statiques en raison de la résistance à la friction.

Les joints toriques utilisés dans les domaines hydraulique et pneumatique autorisent le recours à de petites têtes de vérin. Dans ces cas, les joints toriques constituent le meilleur choix pour des courses courtes et de petits diamètres.

Lorsqu'ils sont correctement mis en place, les joints toriques peuvent également être mis à profit dans des applications présentant une course longue avec des diamètres relativement importants. Il est cependant nécessaire de tenir compte de tous les facteurs qui déterminent la fonction d'étanchéité aussi tôt que possible lors de la phase de conception. La dureté de la matière est choisie en fonction de la pression appliquée et d'autres contraintes mécaniques. Les duretés de joints toriques les plus fréquemment rencontrées sont comprises entre 70 et 80 Shore A. En cas de risque d'extrusion (si les joints dynamiques sont soumis à une haute pression par exemple), deux bagues anti-extrusion doivent être montées.

Les facteurs suivants doivent être pris en compte pour les nouvelles conceptions :

- L'effet chimique du fluide de contact sur l'élastomère.
- L'effet de toutes les conditions de fonctionnement sur le joint, tel qu'une plage de températures élevées potentielles ou des baisses de température.
- La direction de la pression exercée : le piston se déplace-t-il de manière opposée à la pression et favorise-t-il l'extrusion en l'absence de bague anti-extrusion, ou le joint est-il repoussé par la pression ?
- Une excentricité potentielle des pièces d'une machine susceptible de provoquer l'étirement de l'un des côtés de la zone de contact dynamique, ce qui a pour effet d'accroître le risque d'extrusion.
- La résistance d'un matériau à l'extrusion peut diminuer avec l'augmentation de température induite par la friction.
- Les particules d'usure de pièces métalliques provoquent des entailles et des fuites au contact de la zone d'étanchéité.
- Un matériau étranger peut pénétrer dans le système et provoquer des fuites lorsqu'un arbre retourne dans un cylindre en transportant des particules à sa surface.
- Les pics de pression peuvent être nettement plus élevés que la pression du système (utiliser une bague anti-extrusion).
- Un film lubrifiant fin peut demeurer sur la surface d'étanchéité, même une fois que le point d'étanchéité technique a été atteint.

Les joints d'étanchéité pour mouvement linéaire alternatif et la conception de leur gorge peuvent être subdivisés en applications hydrauliques et pneumatiques.

2.3.1 Joints dynamiques – hydraulique

Dans le domaine hydraulique, les joints toriques sont utilisés pour assurer l'étanchéité des pistons et des tiges. Ils offrent de bonnes

performances avec une vaste gamme de pressions et ils peuvent être employés avec des bagues anti-extrusion.

La déformation moyenne de la section est comprise entre 10 et 15 %. Il est essentiel de ne pas descendre en dessous de la tolérance minimale de 8 %, telle que calculée ci-dessous sur la base de toutes les tolérances :

$$\frac{(d_{2min} - t_{max}) \times 100}{d_{2min}} \geq 8 (\%)$$

d_{2min} = section min.
 t_{max} = profondeur maximum du logement

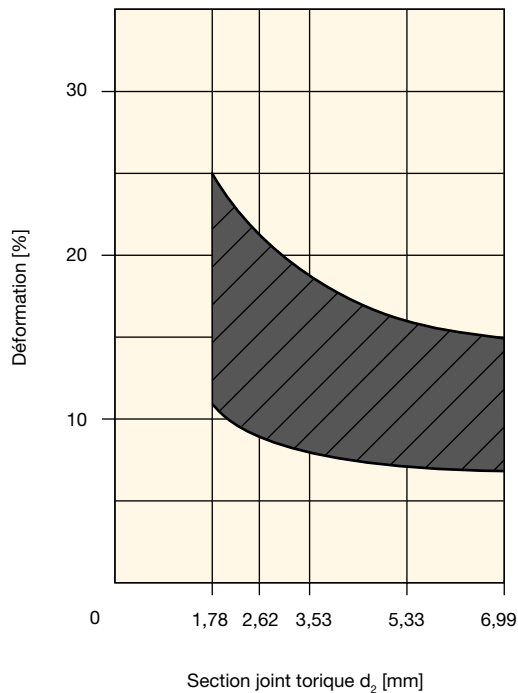


Fig. 2.13 Déformation admissible en fonction de la section d_2 – joint d'étanchéité pour mouvement linéaire alternatif hydraulique

Lorsqu'ils sont utilisés en tant que joints de piston, les joints toriques peuvent subir une compression de 1 à 3 % de leur circonférence. L'intensité de la force nécessaire pour comprimer la circonférence dépend du diamètre intérieur du joint torique et diminue avec l'accroissement du diamètre intérieur.

Les joints toriques peuvent subir un étirement allant jusqu'à 6 % lorsqu'ils sont montés dans une gorge de piston.

Les matières présentant la résistance la plus élevée à l'usure doivent être retenues. La matière ne doit pas rétrécir dans le fluide, ni faire l'objet d'un gonflement important qui augmente la friction et diminue la résistance à l'extrusion.

Normalement, une dureté de matière comprise entre 70 et 80 Shore A est recommandée. Dans cette gamme, il est possible de trouver un compromis entre l'usure et la friction. Les joints toriques plus souples ont un taux d'usure plus élevé, tandis que les joints toriques plus durs offrent une résistance à la friction plus élevée à des pressions pouvant atteindre 150 bars.

Un risque d'extrusion apparaît à haute pression. Des bagues anti-extrusion doivent être utilisées en cas de jeux plus importants et de températures plus élevées.

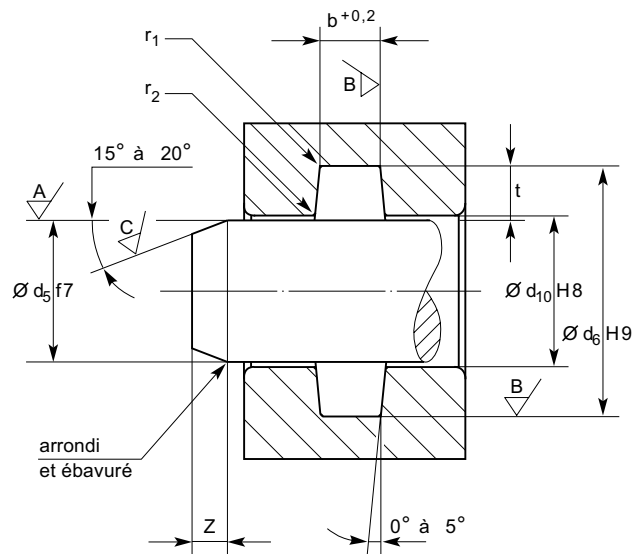


Fig. 2.14 Joint de tige – hydraulique et pneumatique

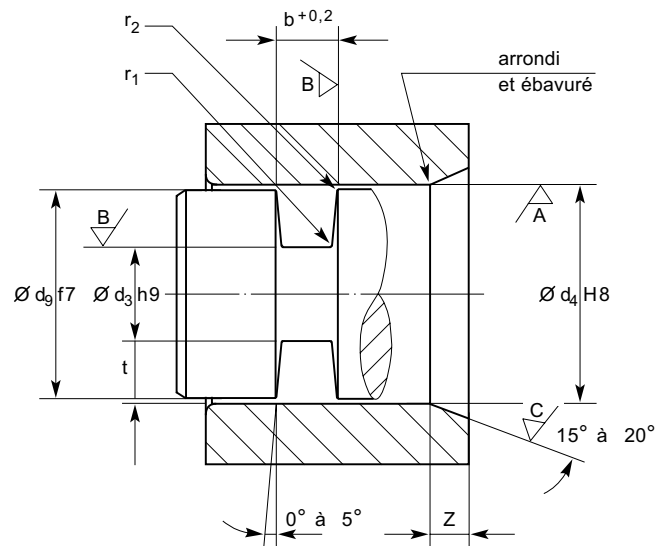


Fig. 2.15 Joint de piston – hydraulique et pneumatique

d_2	$t^{1)}$	$b^{+0,20}$	z	r_1	r_2
1,50	1,30	1,90	1,50	0,20 - 0,40	0,10 - 0,30
1,78	1,45	2,40	1,50	0,20 - 0,40	0,10 - 0,30
2,00	1,70	2,60	1,50	0,20 - 0,40	0,10 - 0,30
2,50	2,10	3,30	1,50	0,20 - 0,40	0,10 - 0,30
2,62	2,20	3,60	1,50	0,20 - 0,40	0,10 - 0,30
3,00	2,60	3,90	1,80	0,40 - 0,80	0,10 - 0,30
3,53	3,05	4,80	1,80	0,40 - 0,80	0,10 - 0,30
4,00	3,50	5,30	1,80	0,40 - 0,80	0,10 - 0,30
5,00	4,45	6,70	2,70	0,40 - 0,80	0,10 - 0,30
5,33	4,65	7,10	2,70	0,40 - 0,80	0,10 - 0,30
6,00	5,40	8,00	3,60	0,40 - 0,80	0,10 - 0,30
6,99	6,20	9,50	3,60	0,40 - 0,80	0,10 - 0,30

¹⁾ Les tolérances sont calculées selon la formule $d_3 h9 + d_4 H8$ ou $d_5 f7 + d_6 H9$.

Les tailles DIN ISO 3601 sont préférables et indiquées ici en gras.

Tab. 2.7 Dimensions du logement – joint dynamique – hydraulique

2 Types de montages

Surface	Rugosité de la finition de surface, pourcentage de la zone de contact $t_p > 50\%$	
	R_a [μm]	$R_{max.}$
A surface de contact	0,40	1,60
B fond et parois de la gorge	1,60	6,30
C finition de surface du chanfrein d'entrée	3,20	12,50

Tab. 2.8 Rugosité de la finition de surface – joint d'étanchéité pour mouvement linéaire alternatif – hydraulique

2.3.2 Joints dynamiques – pneumatique

Aujourd'hui, les systèmes pneumatiques sont présents au sein d'un large éventail d'applications. Les avantages suivants ont servi de moteur à l'utilisation de nouveaux systèmes, de même que le remplacement des systèmes hydrauliques existants :

- Le fluide de pression est ininflammable.
- Le poids du système est moindre.
- Les fuites sont moins critiques et provoquent donc moins de dommages à l'environnement.
- L'air du fluide de pression ne change pas à haute température.
- Les coûts sont compétitifs.

Afin de limiter l'usure, la compression moyenne de la section du joint torique est réduite en comparaison avec des applications hydrauliques.

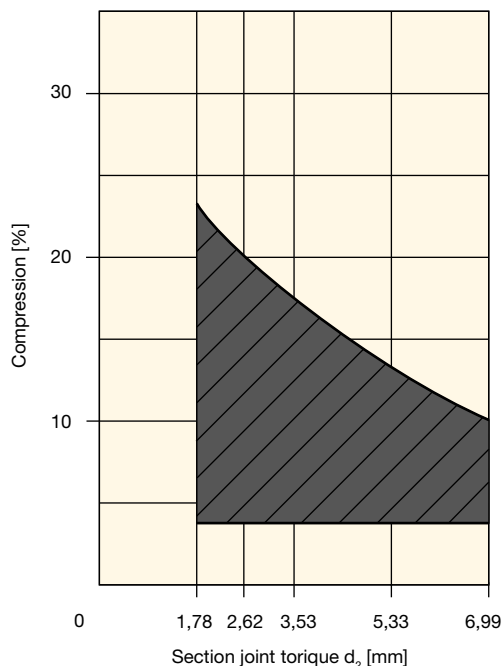


Fig. 2.16 Compression admissible en fonction de la section d_2 – joint d'étanchéité pour mouvement linéaire alternatif pneumatique

La compression minimale de la section du joint torique est normalement comprise entre 4 et 7 % et elle comprend toutes les tolérances.

$$\frac{(d_{2min} - t_{max}) \times 100}{d_{2min}} \geq 4 (\%)$$

d_{2min} = section min.

t_{max} = profondeur maximum du logement

Les joints toriques tels que les joints de tige autorisent une compression de 1 % à 3 % de leur circonférence.

En tant que joint de piston, ils peuvent subir un étirement allant jusqu'à 6 % de leur diamètre intérieur. Outre les matériaux standards, une vaste gamme de matières spéciales présentant un comportement amélioré lorsqu'ils sont soumis à une friction sont disponibles.

Notre Support technique applications peut vous conseiller au sujet de ces matières.

Parker recommande une dureté de matière comprise entre 70 et 80 Shore A.

d_2	$t^{(1)}$	$b^{+0.20}$	z	r_1	r_2
1,78	1,55	2,30	1,50	0,20 - 0,40	0,10 - 0,30
2,62	2,35	3,10	1,50	0,20 - 0,40	0,10 - 0,30
3,53	3,15	4,20	1,80	0,40 - 1,20	0,10 - 0,30
5,33	4,85	6,40	2,70	0,40 - 1,20	0,10 - 0,30
6,99	6,40	8,40	3,60	0,40 - 1,20	0,10 - 0,30

¹⁾ Les tolérances sont calculées selon la formule $d_3H9 + d_4H8$ ou $d_5f7 + d_6H9$.

Tab. 2.9 Dimensions du logement – pneumatique

Surface	Rugosité de la finition de surface, pourcentage de la zone de contact $t_p > 50\%$	
	R_a [μm]	$R_{max.}$
A surface de contact	0,40	1,60
B fond et parois de la gorge	1,60	6,30
C finition de surface du chanfrein d'entrée	3,20	12,50

Tab. 2.10 Piston pneumatique – assemblage flottant

Piston pneumatique – assemblage flottant

Les pistons pneumatiques sont généralement conçus avec des joints toriques flottants. Leur section n'est pas comprimée, ce qui réduit ainsi la friction. De ce fait, le piston étanche se déplace avec facilité et le joint torique subit une usure minimale.

Le diamètre extérieur du joint torique est légèrement supérieur au diamètre intérieur du cylindre afin d'assurer la fonction d'étanchéité.

Le diamètre intérieur du joint torique d_i ne doit pas coïncider avec le diamètre intérieur de la gorge. La profondeur du logement doit être supérieure à la section du joint torique.

Lors de la pressurisation, une certaine quantité de fluide peut fuir jusqu'à ce que le joint torique entre en contact avec la surface devant être hermétiquement isolée.

Parker recommande une dureté de matière comprise entre 70 et 80 Shore A. Les matières standards sont utilisées dans une plage de pressions allant jusqu'à 16 bars et avec des températures pouvant atteindre 80 °C.

Veillez contacter notre Support technique applications pour obtenir des informations concernant les matières spéciales et vous aider dans votre choix de matériaux.

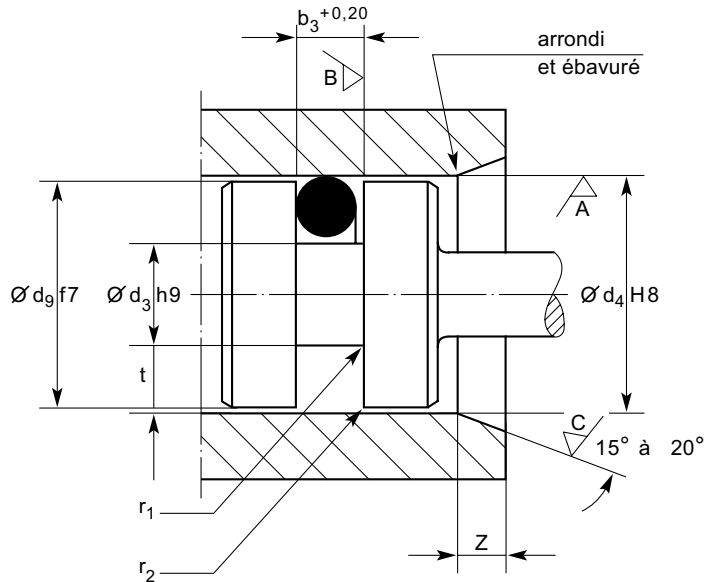


Fig. 2.17

d ₂	t ¹⁾	b ₃ ^{+0.2}	z	r ₁	r ₂
1,78	2,00	2,00	1,50	0,20 - 0,40	0,10 - 0,30
2,62	2,90	3,00	1,50	0,20 - 0,40	0,10 - 0,30
3,53	3,80	4,00	1,80	0,40 - 1,20	0,10 - 0,30
5,33	5,60	6,00	2,70	0,40 - 1,20	0,10 - 0,30
6,99	7,30	8,00	3,60	0,40 - 1,20	0,10 - 0,30

¹⁾ La tolérance est une combinaison de d₃h9 + d₄H8

Tab. 2.11 Dimensions de logement pour joint torique flottant - piston pneumatique

Surface	Rugosité de la finition de surface, pourcentage de la zone de contact t _p > 50 %	
	R _a [μm]	R _{max.}
A surface de contact	0,40	1,60
B fond et parois de la gorge	1,60	6,30
C finition de surface du chanfrein d'entrée	3,20	12,50

Tab. 2.12 Rugosité de surface - joint torique flottant

2.4 Courroies d'entraînement

Les joints toriques peuvent être utilisés comme des éléments de transmission de faible puissance. Ils ne sont pas seulement une solution rentable, mais ils offrent également de nombreux avantages pour cette application :

- Installation simple
- Forces de traction constantes.
- Utilisations flexibles.
- En raison des propriétés élastiques des matières des joints toriques, il est inutile d'utiliser des tendeurs de courroie.
- Disponibilité immédiate pour les matières et les dimensions standards.
- Les tolérances supérieures de positionnement des poulies peuvent être pontées.

Une matière de joint torique est sélectionnée pour offrir une relaxation des tensions minimale (déformation rémanente à la traction) et des propriétés dynamiques maximales.

Le choix de l'élastomère dépend de l'environnement :

- Fluide de contact, par exemple l'ozone, l'huile ou la graisse.
- Températures

Les exigences générales sont les suivantes :

- Bonne résistance au vieillissement.
- Résistance à l'usure.
- Propension relativement faible à revenir à la forme d'origine sous l'effet de la tension et de la température (voir « effet de Gough-Joule », section 8.13).
- Bonne souplesse de flexion.

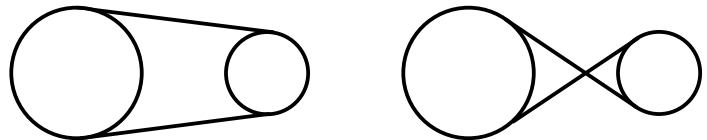


Fig. 2.18 Conception ouverte (à gauche), conception croisée (à droite)

Matières pour les courroies d'entraînement

Les matières suivantes ont fait leurs preuves dans les cas d'utilisation mentionnés ci-dessus :

E0540-80

- Caoutchouc d'éthylène-propylène-diène (EPDM).
- Résistance à la température jusqu'à 80 °C (max. 100 °C).
- L'EPDM n'est pas résistant aux huiles ni aux graisses minérales.
- En cas de contact inévitable avec un lubrifiant issu d'un roulement ou de pièces de machine, de l'huile de silicone et de la graisse doivent être utilisées.

C0557-70

- Caoutchouc chloroprène (CR).
- Résistance à la température jusqu'à env. 80 °C.
- Le caoutchouc chloroprène est compatible avec les huiles et les graisses minérales.
- Les propriétés dynamiques ne sont pas aussi bonnes que celles du caoutchouc EPDM et du polyuréthane PUR. La relaxation des tensions du caoutchouc chloroprène est équivalente à celle du caoutchouc EPDM.

S0604-70

- Caoutchouc silicone (VMQ).
- Résistance à la température jusqu'à env. +100 °C (+150 °C max.).
- Le caoutchouc VMQ est normalement utilisé en cas de températures élevées.

2 Types de montages

- Sa résistance à la traction et à l'usure est médiocre par rapport à celle d'autres matières.

P5008

- Polyuréthane thermoplastique (TPU).
- Résistance à la température jusqu'à env. +55 °C (en fonction de de l'humidité relative).
- Le polyuréthane PUR est connu pour sa fermeté, sa résistance à l'usure et sa durée de vie. Pour cette raison, le polyuréthane PUR peut être utilisé dans des conditions de fonctionnement exigeantes, lors d'un transfert de charges plus importantes.

Le tableau suivant compare les élastomères de courroies d'entraînement en fonction de leurs propriétés (en utilisant les valeurs obtenues à partir de tests avec la taille de joint torique 2-153, 88,6 × 2,6 mm).

Élastomère de base	Matière Parker	Dureté [Shore A]	Relaxation des tensions dynamique ¹⁾	Relaxation des tensions statique ¹⁾			Comportement dynamique ²⁾	Température de service	Compatibilité avec ²⁾				
				Température 24 °C	65 °C	80 °C			Huiles et graisses minérales	Huile et graisse silicone	Eau	Ozone	Abrasion
EPDM	E0540-80	80 ^{±5}	13 %	14 %	18 %	20 %	+	80 (100)	-	++	++	++	+
CR	C0557-70	70 ^{±5}	14 %	14 %	19 %	22 %	0	80	+	++	+	+	+
VMQ	S0604-70	70 ^{±5}	21 %	2 %	5 %	2 %	+	100 (150)	0	0	+	++	0
TPU	P5008	94 ^{±5}	19 %	21 %	29 %	36 %	++	55	++	++	0/-	++	++

¹⁾ (Tension initiale 0,83 N/mm²)

²⁾ très bon : ++, bon : +, moyen : 0, utilisation limitée : 0/-, utilisation inappropriée : -
Tab. 2.13 Comparaison des propriétés des courroies d'entraînement élastomère

Informations de conception

- Le contact direct avec les fluides doit être évité, car il peut provoquer un glissement. Le tableau des compatibilités avec les fluides (voir l'annexe) indique la compatibilité des fluides de contact avec différents élastomères.
- Le diamètre minimal de la poulie est $D_2 \text{ mm} = 6 \times d_2$ (section).
- Le diamètre intérieur du joint torique d_1 peut être étiré de 15 % au maximum (allongement moyen compris entre 8 et 12 %).
- Tension lorsqu'il est monté d'environ 0,6 à 1,0 N/mm².
- La section d_2 doit être supérieure ou égale à 2,62 mm.

Détail de commande

Tous les joints toriques qui sont utilisés en tant que courroies d'entraînement sont soumis à des procédures d'inspection supplémentaires de la qualité et de vérification des défauts de surface lors d'un allongement. Les joints toriques commandés pour cette application doivent être codés de la façon suivante : « 2-250, E0540-80, courroie d'entraînement ».

Calcul d'une courroie d'entraînement : conception ouverte

Abréviations :

- C : distance entre les lignes centrales des poulies (mm)
 D_1 : diamètre de la poulie entraînée (mm)
 D_2 : diamètre de la poulie entraînée (mm)

Relaxation des tensions dynamique :

- Période de test : 72 h
 Temp. de test : température ambiante
 Poulie d'entraînement : 15,5 mm de diamètre
 Vitesse : 1740 tr/min
 Tension : 0,83 N/mm²
 Chargement : Moment de la poulie d'entraînement (en fonte) de 66,5 mm de diamètre dans un cycle d'essai en prenant 3 minutes avec 15 secondes d'immobilité.

Relaxation des tensions statique :

- Période de test : 72 h
 Température : voir le tableau
 Pré-tension : 0,83 N/mm² entre deux poulies de 12,7 mm de diamètre.

- S : allongement sous forme décimale (par exemple 10 % = 0,1)
 d_1 : diamètre intérieur du joint torique (mm)
 d_2 : section du joint torique (mm)
 L : longueur de la courroie d'entraînement (en mm)
 B : facteur de calcul

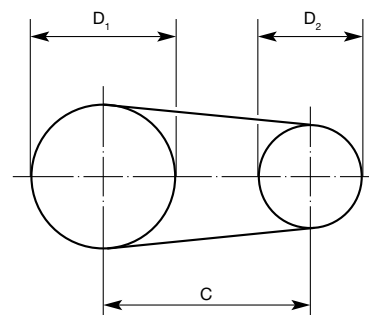


Fig. 2.19 Conception ouverte

1) Calcul de la taille du joint torique d_1 :

connu :

D_1/D_2 : diamètre des poulies

C : distance entre les lignes centrales des poulies

S : allongement sous forme décimale (par exemple 10 % = 0,1)

a) Calcul de la longueur de la courroie d'entraînement L :

$$L = 2 C + 1,57 \times (D_1 + D_2) + \frac{(D_1 - D_2)^2}{4C}$$

b) Calcul de la taille du diamètre intérieur du joint torique d_1 :

$$d_1 = \frac{L}{3,14 \times (1,0 + S)}$$

c) Le joint torique est sélectionné en fonction de la liste des tailles de joints toriques. Si la taille se situe entre deux tailles indiquées dans le tableau, alors la taille la plus petite taille doit être retenue.

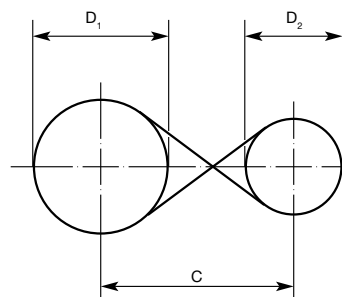


Fig. 2.20 Conception croisée

2) Calcul de l'allongement S :

connu :

d_1 : diamètre intérieur du joint torique

C : distance entre les lignes centrales des poulies

D_1/D_2 : diamètres des poulies

a) Calcul de la longueur de la courroie d'entraînement L : (voir 1a)

b) Calcul de l'allongement S sous forme décimale :

$$S = \frac{L}{3,14 \times d_1} - 1$$

3) Calcul de la distance entre les lignes centrales des poulies :

connu :

d_1 : diamètre intérieur du joint torique

S : allongement sous forme décimale (par exemple 10 % = 0,10)

D_1/D_2 : diamètres des poulies

a) Calcul du facteur B :

$$B = 3,14 \times d_1 \times (S + 1) - 1,57 \times (D_1 + D_2)$$

b) Calcul consécutif de la ligne d'entraxe C :

$$C = \frac{B + \sqrt{B^2 - (D_1 + D_2)^2}}{4}$$

Conception croisée

Abréviations :

C : distance entre les lignes centrales des poulies [mm]

D_1 : diamètre de la poulie entraînée [mm]

D_2 : diamètre de la poulie entraînée [mm]

S : allongement sous forme décimale (par exemple 10 % = 0,1)

d_1 : diamètre intérieur du joint torique [mm]

d_2 : section du joint torique [mm]

L : longueur de la courroie d'entraînement [mm]

B : facteur de calcul

1) Calcul de la taille du joint torique d_1 :

connu :

D_1/D_2 : diamètres des poulies

C : distance entre les lignes centrales des poulies

S : allongement sous forme décimale (par exemple 10 % = 0,1)

a) Calcul de la longueur de la courroie d'entraînement L :

$$L = 2 C + 1,57 \times (D_1 + D_2) + \frac{(D_1 - D_2)^2}{4C}$$

b) Calcul de la taille du diamètre intérieur du joint torique d_1 :

$$d_1 = \frac{L}{3,14 \times (1,0 + S)}$$

c) Le joint torique est sélectionné en fonction de la liste des tailles de joints toriques. Si la taille se situe entre deux tailles indiquées dans le tableau, alors la taille la plus petite taille doit être retenue.

2) Calcul de l'allongement S :

connu :

d_1 : diamètre intérieur du joint torique

C : distance entre les lignes centrales des poulies

D_1/D_2 : diamètres des poulies

a) Calcul de la longueur de la courroie d'entraînement L : (voir 1a)

b) Calcul de l'allongement S sous forme décimale :

$$S = \frac{L}{3,14 \times d_1} - 1$$

3) Calcul de la distance entre les lignes centrales des poulies :

connu :

d_1 : diamètre intérieur du joint torique

S : allongement sous forme décimale (par exemple 10 % = 0,10)

D_1/D_2 : diamètres des poulies

a) Calcul du facteur B :

$$B = 3,14 \times d_1 \times (S + 1) - 1,57 \times (D_1 + D_2)$$

b) Calcul consécutif de la ligne d'entraxe C :

$$C = \frac{B + \sqrt{B^2 - (D_1 - D_2)^2}}{4}$$

2 Types de montages

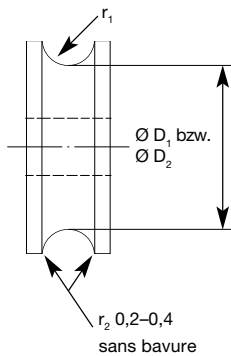


Fig. 2.21 Rayon de la gorge de la poulie

d_2	r_1
2,62	$1,25^{+0,10}$
3,53	$1,70^{+0,10}$
5,33	$2,60^{+0,10}$
6,99	$3,50^{+0,15}$

Tab. 2.14

Pour les autres sections d_2 :

$$r_1 = 0,49 \times d_2$$

Rugosité de surface :

$$R_{\max} < 6,3 \mu\text{m}$$

$$R_a < 1,6 \mu\text{m}$$

2.5 Instructions de construction et d'assemblage

Des joints sans fuite sont réalisés lorsque le matériau d'étanchéité approprié est sélectionné dans les bonnes tailles et suffisamment déformé. La déformation appropriée dépend du respect des tolérances des tolérances des éléments de la machine et des finitions de surface. En termes pratiques, tous les facteurs qui ont un impact sur l'étanchéité doivent être pris en compte. Les défaillances dues à une négligence de conception peuvent entraîner une remise en chantier, un entretien accru, un démontage, une durée d'indisponibilité ou une maintenance prématurée et d'autres coûts supplémentaires.

2.5.1 Chanfreins

Pour simplifier l'assemblage des pièces de machine et pour éviter d'endommager les joints, des chanfreins d'entrée sont nécessaires partout. Tous les bords doivent être exempts de bavures et les arêtes vives biseautées.

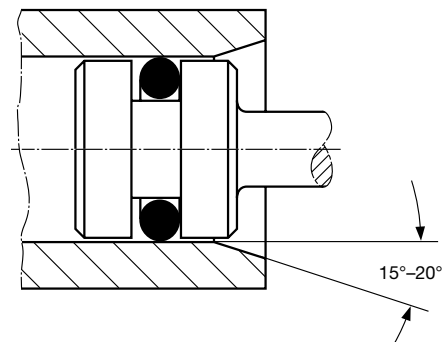


Fig. 2.22 Exemple d'assemblage du piston

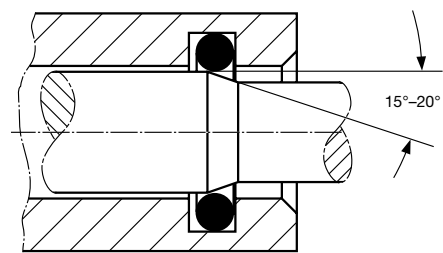


Fig. 2.23 Exemple d'assemblage de la tige

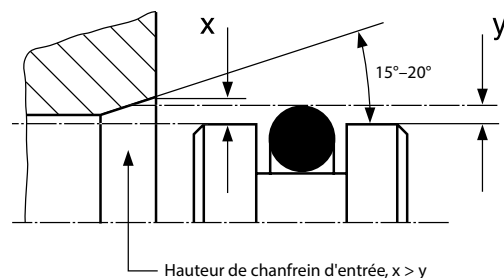


Fig. 2.24 Le diagramme montre le premier chanfrein d'entrée et un joint torique avant compression. La dimension x doit être supérieure à la dimension y afin de garantir une opération de montage sans problème.

2.5.2 Traversée des ports croisés forés

Un joint torique peut être cisailé lorsqu'un piston ou une tige se déplace dans un alésage brisé par ports croisés forés. Le joint torique déformé à son tour retrouve sa section d'origine lors de son entrée dans le port et il est cisailé lors de sa sortie de la zone de forage. Pour éviter cela, les orifices de raccordement doivent être repositionnés.

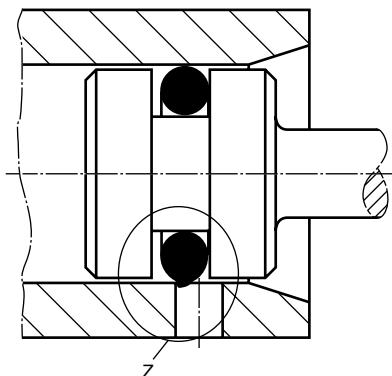


Fig. 2.25

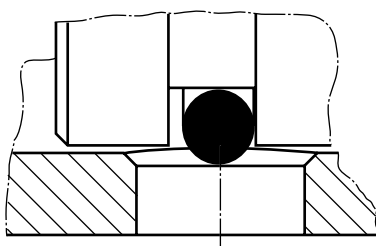


Fig. 2.26 Si le repositionnement est impossible, un chanfrein interne est recommandé.

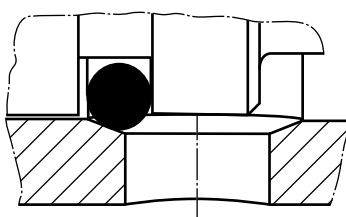


Fig. 2.27 La meilleure solution consiste à créer une gorge d'équilibrage dans la zone d'alésage. Le joint torique peut alors se détendre et il est guidé au travers des chanfreins d'entrée et de sortie.

2.5.3 Impuretés et matériaux de nettoyage

Le manque de propreté des gorges de joint torique provoque l'apparition de fuites. Pour garantir une protection des surfaces d'étanchéité mises en place contre les particules étrangères, il est nécessaire d'utiliser des filtres ou de planifier des cycles de maintenance.

Les produits de nettoyage doivent être compatibles avec l'élastomère. La graisse utilisée pour faciliter le montage doit aussi être compatible.

2.5.4 L'allongement.

Les diamètres intérieurs des joints toriques ou des bagues anti-extrusion ne peuvent être étirés de plus de 50 % durant leur assemblage. Il est facile de dépasser cette valeur avec des diamètres intérieurs plus petits. Plus le diamètre est petit, plus le pourcentage d'étirement peut atteindre rapidement une valeur critique.

Il est donc important de veiller à ce que l'étirement reste inférieur à la valeur de l'allongement ultime indiquée dans les fiches techniques des matières. Si l'étirement d'un joint torique est proche de sa limite d'élasticité, celui-ci retourne à sa taille d'origine après un court délai.

2.5.5 Joint torique roulé

Les joints toriques dotés de grands diamètres intérieurs et de petites sections ont tendance à rouler pendant l'assemblage. Un joint torique enroulé lors du montage peut être à l'origine d'une défaillance due à l'effet de spirale (voir la section « Défaillances des joints toriques ») ou a tendance à fuir.

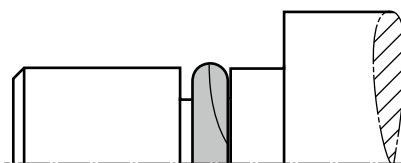


Fig. 2.28 Joint torique roulé au montage

2.5.6 Arêtes vives

Les joints toriques ne doivent pas être placés sur des arêtes vives. Les filetages, les fentes, les alésages, les gorges, les cannelures, etc., doivent être ébavurés ou recouverts. Les supports de montage facilitent l'assemblage et permettent d'éviter les arêtes vives.

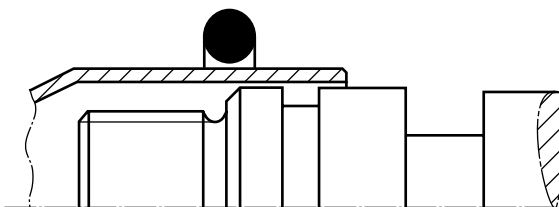


Fig. 2.29 Utilisation d'un support de montage

2 Types de montages

2.5.7 Supports de montage

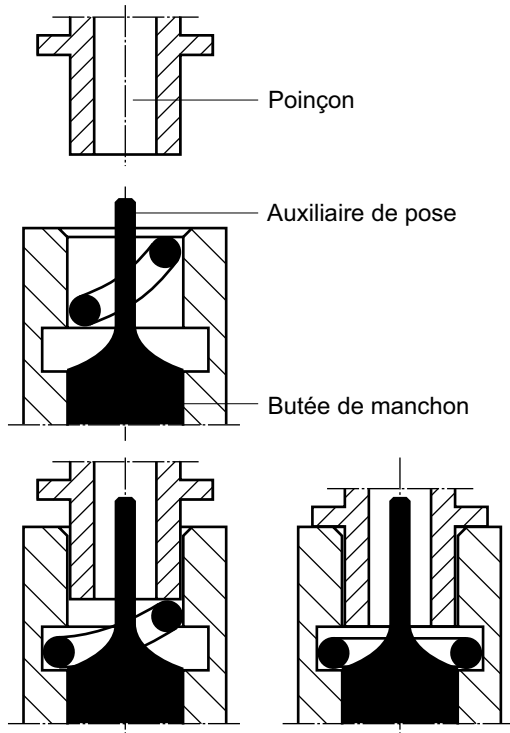


Fig. 2.30 Utilisation d'un poinçon et d'un auxiliaire de pose

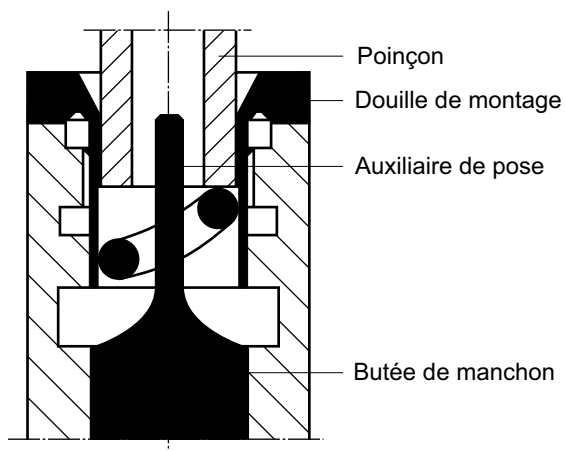


Fig. 2.31 Le support de montage est complété par un manchon afin de protéger le joint des arêtes vives.

3 Recommandations en matière de conception

3.1 Joints statiques

3.1.1 Compression et dimensions de conception

Joint de piston - compression radiale

Assemblage du joint torique à l'intérieur de l'élément

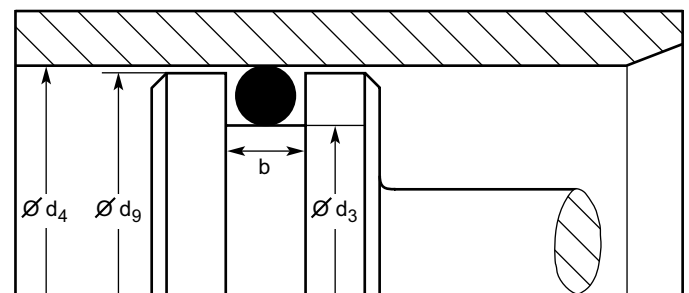


Fig. 3.1 Joint de piston - compression radiale

Joint de tige - compression radiale

Assemblage du joint torique à l'extérieur de l'élément

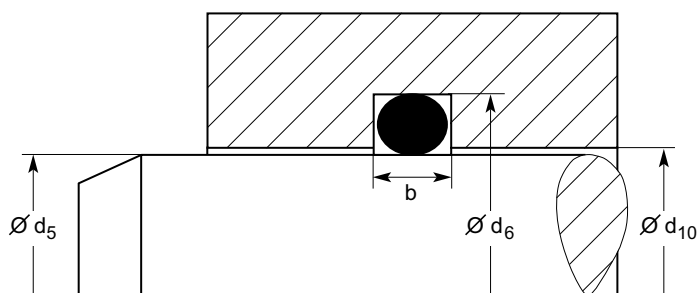


Fig. 3.2 Joint de tige - compression radiale

Joint de bride - compression axiale

Pression exercée de l'intérieur : le diamètre extérieur du joint torique doit être comprimé

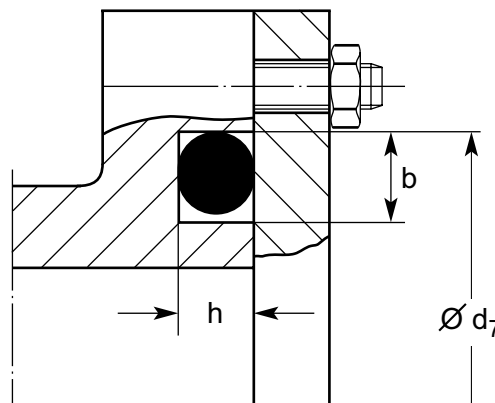


Fig. 3.3 Joint de bride - compression axiale

Pression exercée de l'extérieur : le diamètre intérieur du joint torique doit être étiré

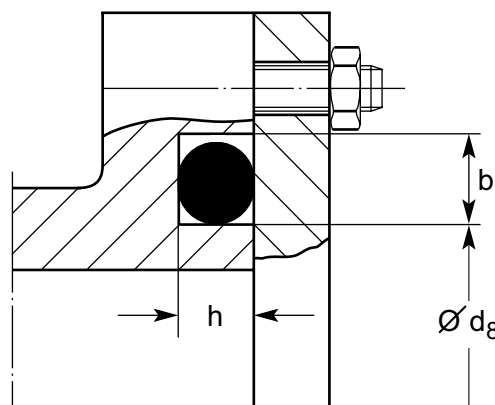
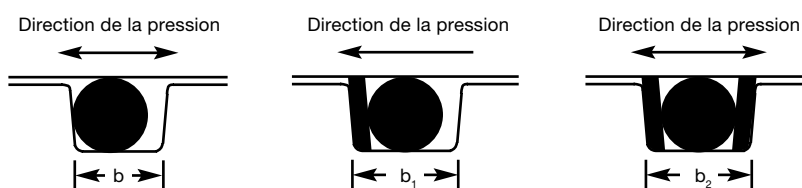
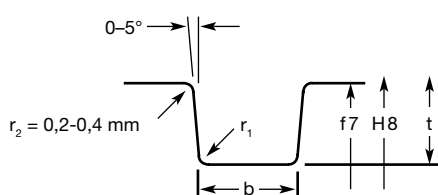


Fig. 3.4 Joint de bride - déformation axiale



Section d_2	Profondeur du logement t	Compression	Compression	Largeur de gorge b	Largeur de gorge b_1	Largeur de gorge b_2	Rayon r_1
[mm]	[mm]	[mm]	[%]	sans bague anti-extrusion [mm]	une bague anti-extrusion [mm]	deux bagues anti-extrusion [mm]	[mm]
1,78 $\pm 0,08$	1,40	0,26 - 0,58	15 - 31	2,40 - 2,60	3,50 - 3,70	4,60 - 4,80	0,20 - 0,40
2,62 $\pm 0,09$	2,20	0,26 - 0,64	10 - 23	3,60 - 3,80	4,70 - 4,90	5,80 - 6,00	0,20 - 0,40
3,53 $\pm 0,10$	2,90	0,40 - 0,85	11 - 23	4,80 - 5,00	5,80 - 6,00	6,80 - 7,00	0,40 - 0,80
5,33 $\pm 0,13$	4,50	0,57 - 1,08	11 - 20	7,20 - 7,40	8,70 - 8,90	10,20 - 10,40	0,40 - 0,80
6,99 $\pm 0,15$	5,90	0,80 - 1,35	11 - 19	9,60 - 9,80	12,00 - 12,20	14,40 - 10,60	0,40 - 0,80

Tab. 3.1 Dimensions de conception de joints toriques - joint statique

3 Recommandations en matière de conception

3.1.2 Joint de piston statique

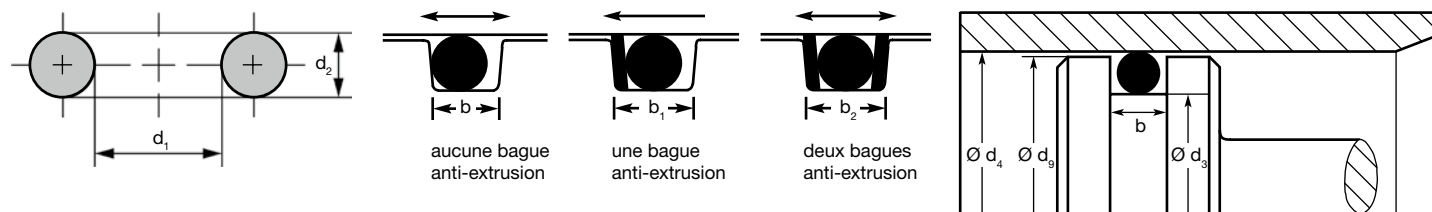


Fig. 3.5

N° Parker	d ₁	d ₂	b +0,2 0	b ₁ +0,2 0	b ₂ +0,2 0	d ₃ h9	d ₄ H8	d ₉ f7
2-006	2,9	1,78	2,4	3,5	4,6	2,9	5,5	5,5
5-190	3,35	1,78	2,4	3,5	4,6	3,4	6	6
2-007	3,68	1,78	2,4	3,5	4,6	3,9	6,6	6,5
2-008	4,47	1,78	2,4	3,5	4,6	4,4	7	7
5-581	4,9	1,9	2,4	3,5	4,6	5	7,8	7,8
2-009	5,28	1,78	2,4	3,5	4,6	5,4	8	8
5-582	5,7	1,9	2,4	3,5	4,6	5,7	8,5	8,5
2-010	6,07	1,78	2,4	3,5	4,6	6,4	9	9
5-052	6,86	1,78	2,4	3,5	4,6	7,4	10	10
2-011	7,65	1,78	2,4	3,5	4,6	8,4	11	11
5-612	8,74	1,78	2,4	3,5	4,6	8,9	11,5	11,5
2-012	9,25	1,78	2,4	3,5	4,6	9,4	12	12
5-212	9,75	1,78	2,4	3,5	4,6	10,4	13	13
2-013	10,82	1,78	2,4	3,5	4,6	10,9	13,5	13,5
5-613	11,1	1,78	2,4	3,5	4,6	11,4	14	14
2-014	12,42	1,78	2,4	3,5	4,6	12,4	15	15
6-129	13,29	1,78	2,4	3,5	4,6	13,4	16	16
2-016	15,6	1,78	2,4	3,5	4,6	15,4	18	18
2-017	17,17	1,78	2,4	3,5	4,6	17,4	20	20
2-018	18,77	1,78	2,4	3,5	4,6	18,4	21	21
2-019	20,35	1,78	2,4	3,5	4,6	20,4	23	23
2-020	21,95	1,78	2,4	3,5	4,6	22,4	25	25
2-021	23,52	1,78	2,4	3,5	4,6	23,4	26	26
2-022	25,12	1,78	2,4	3,5	4,6	25,4	28	28
2-023	26,7	1,78	2,4	3,5	4,6	27,4	30	30
2-024	28,3	1,78	2,4	3,5	4,6	29,4	32	32
2-025	29,87	1,78	2,4	3,5	4,6	30,4	33	33
2-026	31,47	1,78	2,4	3,5	4,6	32,4	35	35
2-027	33,05	1,78	2,4	3,5	4,6	33,4	36	36
2-028	34,65	1,78	2,4	3,5	4,6	35,4	38	38
6-154	36,3	1,78	2,4	3,5	4,6	37,4	40	40
2-030	41	1,78	2,4	3,5	4,6	42,4	45	45
2-031	44,17	1,78	2,4	3,5	4,6	45,4	48	48
2-032	47,35	1,78	2,4	3,5	4,6	47,4	50	50
2-033	50,52	1,78	2,4	3,5	4,6	52,4	55	55
2-034	53,7	1,78	2,4	3,5	4,6	55,4	58	58
2-035	56,87	1,78	2,4	3,5	4,6	57,4	60	60
2-036	60,08	1,78	2,4	3,5	4,6	60,4	63	63

N° Parker	d ₁	d ₂	b +0,2 0	b ₁ +0,2 0	b ₂ +0,2 0	d ₃ h9	d ₄ H8	d ₉ f7
2-037	63,22	1,78	2,4	3,5	4,6	65,4	68	68
2-038	66,4	1,78	2,4	3,5	4,6	67,4	70	70
2-039	69,57	1,78	2,4	3,5	4,6	69,4	72	72
2-040	72,75	1,78	2,4	3,5	4,6	75,4	78	78
2-041	75,92	1,78	2,4	3,5	4,6	77,4	80	80
2-042	82,27	1,78	2,4	3,5	4,6	82,4	85	85
2-043	88,62	1,78	2,4	3,5	4,6	89,4	92	92
2-044	94,97	1,78	2,4	3,5	4,6	97,4	100	100
2-045	101,32	1,78	2,4	3,5	4,6	102,4	105	105
2-046	107,67	1,78	2,4	3,5	4,6	107,4	110	110
2-047	114,02	1,78	2,4	3,5	4,6	117,4	120	120
2-048	120,37	1,78	2,4	3,5	4,6	122,4	125	125
2-049	126,72	1,78	2,4	3,5	4,6	127,4	130	130
2-050	133,07	1,78	2,4	3,5	4,6	135,4	138	138
2-110	9,19	2,62	3,6	4,7	5,8	9,3	13,5	13,5
5-614	9,93	2,62	3,6	4,7	5,8	9,8	14	14
2-111	10,77	2,62	3,6	4,7	5,8	10,8	15	15
5-615	11,91	2,62	3,6	4,7	5,8	11,8	16	16
2-112	12,37	2,62	3,6	4,7	5,8	12,8	17	17
5-616	13,11	2,62	3,6	4,7	5,8	13,3	17,5	17,5
2-113	13,94	2,62	3,6	4,7	5,8	14	18	18
5-239	14,48	2,69	3,6	4,7	5,8	14,6	19	19
5-243	15,34	2,62	3,6	4,7	5,8	15,8	20	20
2-114	15,54	2,62	3,6	4,7	5,8	16,8	21	21
2-115	17,12	2,62	3,6	4,7	5,8	17,8	22	22
5-256	17,96	2,62	3,6	4,7	5,8	18,8	23	23
2-116	18,72	2,62	3,6	4,7	5,8	19,8	24	24
2-117	203,29	2,62	3,6	4,7	5,8	20,8	25	25
2-118	21,89	2,62	3,6	4,7	5,8	21,8	26	26
2-119	23,47	2,62	3,6	4,7	5,8	23,8	28	28
2-120	25,07	2,62	3,6	4,7	5,8	25,8	30	30
2-121	26,64	2,62	3,6	4,7	5,8	27,8	32	32
2-122	28,24	2,62	3,6	4,7	5,8	28,8	33	33
2-123	29,82	2,62	3,6	4,7	5,8	30,8	35	35
2-124	31,42	2,62	3,6	4,7	5,8	31,8	36	36
2-125	32,99	2,62	3,6	4,7	5,8	33,8	38	38
2-126	34,59	2,62	3,6	4,7	5,8	35,8	40	40
2-127	36,17	2,62	3,6	4,7	5,8	36,8	41	41

3 Recommandations en matière de conception

N° Parker	d ₁	d ₂	b			d ₃	d ₄	d ₉
			+0,2	+0,2	+0,2			
			0	0	0			
			h9	H8	f7			
2-128	37,77	2,62	3,6	4,7	5,8	37,8	42	42
2-129	39,34	2,62	3,6	4,7	5,8	39,8	44	44
2-130	40,94	2,62	3,6	4,7	5,8	41,4	45	45
2-131	42,52	2,62	3,6	4,7	5,8	43,8	48	48
2-132	44,12	2,62	3,6	4,7	5,8	44,8	49	49
2-133	45,69	2,62	3,6	4,7	5,8	45,8	50	50
2-134	47,29	2,62	3,6	4,7	5,8	47,8	52	52
2-135	48,9	2,62	3,6	4,7	5,8	49,8	54	54
2-136	50,47	2,62	3,6	4,7	5,8	50,8	55	55
2-137	52,07	2,62	3,6	4,7	5,8	51,8	56	56
2-138	53,64	2,62	3,6	4,7	5,8	53,8	58	58
2-139	55,25	2,62	3,6	4,7	5,8	55,8	60	60
2-140	56,82	2,62	3,6	4,7	5,8	57,8	62	62
2-141	58,42	2,62	3,6	4,7	5,8	58,8	63	63
2-142	59,99	2,62	3,6	4,7	5,8	60,8	65	65
2-143	61,6	2,62	3,6	4,7	5,8	61,8	66	66
2-144	63,17	2,62	3,6	4,7	5,8	63,8	68	68
2-145	64,77	2,62	3,6	4,7	5,8	65,8	70	70
2-146	66,34	2,62	3,6	4,7	5,8	66,8	71	71
2-147	67,95	2,62	3,6	4,7	5,8	67,8	72	72
2-148	69,52	2,62	3,6	4,7	5,8	70,8	75	75
2-149	71,12	2,62	3,6	4,7	5,8	71,8	76	76
2-150	72,69	2,62	3,6	4,7	5,8	73,8	78	78
2-151	75,87	2,62	3,6	4,7	5,8	75,8	80	80
2-152	82,22	2,62	3,6	4,7	5,8	85,8	90	90
2-153	88,57	2,62	3,6	4,7	5,8	90,8	95	95
2-154	94,92	2,62	3,6	4,7	5,8	95,8	100	100
2-155	101,27	2,62	3,6	4,7	5,8	105,8	110	110
2-156	107,62	2,62	3,6	4,7	5,8	110,8	115	115
2-157	113,97	2,62	3,6	4,7	5,8	115,8	120	120
2-158	120,32	2,62	3,6	4,7	5,8	120,8	125	125
2-159	126,67	2,62	3,6	4,7	5,8	130,8	135	135
2-160	133,02	2,62	3,6	4,7	5,8	135,8	140	140
2-161	139,37	2,62	3,6	4,7	5,8	140,8	145	145
2-162	145,72	2,62	3,6	4,7	5,8	145,8	150	150
2-163	152,07	2,62	3,6	4,7	5,8	155,8	160	160
2-164	158,42	2,62	3,6	4,7	5,8	160,8	165	165
2-165	164,77	2,62	3,6	4,7	5,8	165,8	170	170
2-166	171,12	2,62	3,6	4,7	5,8	175,8	180	180
2-167	177,47	2,62	3,6	4,7	5,8	180,8	185	185
2-168	183,82	2,62	3,6	4,7	5,8	185,8	190	190
2-169	190,17	2,62	3,6	4,7	5,8	195,8	200	200
2-170	196,52	2,62	3,6	4,7	5,8	200,8	205	205
2-171	202,87	2,62	3,6	4,7	5,8	205,8	210	210
2-172	209,22	2,62	3,6	4,7	5,8	210,8	215	215
2-173	215,57	2,62	3,6	4,7	5,8	215,8	220	220
2-174	221,92	2,62	3,6	4,7	5,8	225,8	230	230
2-175	228,27	2,62	3,6	4,7	5,8	230,8	235	235

N° Parker	d ₁	d ₂	b			d ₃	d ₄	d ₉
			+0,2	+0,2	+0,2			
			0	0	0			
			h9	H8	f7			
2-176	234,62	2,62	3,6	4,7	5,8	235,8	240	240
2-177	240,97	2,62	3,6	4,7	5,8	245,8	250	250
2-178	247,32	2,62	3,6	4,7	5,8	250,8	255	255
2-210	18,64	3,53	4,8	5,8	6,8	19,4	25	25
5-595	19,8	3,6	4,8	5,8	6,8	20,4	26	26
2-211	20,22	3,53	4,8	5,8	6,8	21,4	27	27
2-212	21,82	3,53	4,8	5,8	6,8	22,4	28	28
2-213	23,39	3,53	4,8	5,8	6,8	24,4	30	30
2-214	24,99	3,53	4,8	5,8	6,8	25,4	31	31
5-618	25,81	3,53	4,8	5,8	6,8	26,4	32	32
2-215	26,57	3,53	4,8	5,8	6,8	27,4	33	33
2-216	28,17	3,53	4,8	5,8	6,8	29,4	35	35
2-217	29,74	3,53	4,8	5,8	6,8	30,4	36	36
2-218	31,34	3,53	4,8	5,8	6,8	32,4	38	38
2-219	32,92	3,53	4,8	5,8	6,8	34,4	40	40
2-220	34,52	3,53	4,8	5,8	6,8	35,4	41	41
2-221	36,09	3,53	4,8	5,8	6,8	36,4	42	42
2-222	37,69	3,53	4,8	5,8	6,8	39,4	45	45
2-223	40,87	3,53	4,8	5,8	6,8	42,4	48	48
2-224	44,04	3,53	4,8	5,8	6,8	44,4	50	50
2-225	47,22	3,53	4,8	5,8	6,8	49,4	55	55
2-226	50,39	3,53	4,8	5,8	6,8	50,4	56	56
2-227	53,57	3,53	4,8	5,8	6,8	54,4	60	60
2-228	56,74	3,53	4,8	5,8	6,8	57,4	63	63
2-229	59,92	3,53	4,8	5,8	6,8	59,4	65	65
2-230	63,09	3,53	4,8	5,8	6,8	64,4	70	70
2-231	66,27	3,53	4,8	5,8	6,8	66,4	72	72
2-232	69,44	3,53	4,8	5,8	6,8	69,4	75	75
2-233	72,62	3,53	4,8	5,8	6,8	74,4	80	80
2-234	75,79	3,53	4,8	5,8	6,8	76,4	82	82
2-235	78,97	3,53	4,8	5,8	6,8	79,4	85	85
2-236	82,14	3,53	4,8	5,8	6,8	84,4	90	90
2-237	85,32	3,53	4,8	5,8	6,8	86,4	92	92
2-238	88,49	3,53	4,8	5,8	6,8	89,4	95	95
2-239	91,67	3,53	4,8	5,8	6,8	94,4	100	100
2-240	94,84	3,53	4,8	5,8	6,8	96,4	102	102
2-241	98,02	3,53	4,8	5,8	6,8	99,4	105	105
2-242	101,19	3,53	4,8	5,8	6,8	102,4	108	108
2-243	104,37	3,53	4,8	5,8	6,8	104,4	110	110
2-244	107,54	3,53	4,8	5,8	6,8	109,4	115	115
2-245	110,72	3,53	4,8	5,8	6,8	112,4	118	118
2-246	113,89	3,53	4,8	5,8	6,8	114,4	120	120
2-247	117,07	3,53	4,8	5,8	6,8	119,4	125	125
2-248	120,24	3,53	4,8	5,8	6,8	122,4	128	128
2-249	123,42	3,53	4,8	5,8	6,8	124,4	130	130
2-250	126,59	3,53	4,8	5,8	6,8	127,7	132	132
2-251	129,77	3,53	4,8	5,8	6,8	130,9	135	135
2-252	132,94	3,53	4,8	5,8	6,8	134,4	140	140

3 Recommandations en matière de conception

N° Parker	d ₁	d ₂	b			d ₃	d ₄	d ₉
			+0,2	+0,2	+0,2			
			0	0	0			
					h9	H8	f7	
2-253	136,12	3,53	4,8	5,8	6,8	136,4	142	142
2-254	139,29	3,53	4,8	5,8	6,8	139,4	145	145
2-255	142,47	3,53	4,8	5,8	6,8	144,4	150	150
2-256	145,64	3,53	4,8	5,8	6,8	146,4	152	152
2-257	148,82	3,53	4,8	5,8	6,8	149,4	155	155
2-258	151,99	3,53	4,8	5,8	6,8	154,4	160	160
2-259	158,34	3,53	4,8	5,8	6,8	159,4	165	165
2-260	164,69	3,53	4,8	5,8	6,8	164,4	170	170
2-261	171,04	3,53	4,8	5,8	6,8	174,4	180	180
2-262	177,39	3,53	4,8	5,8	6,8	179,4	185	185
2-263	183,74	3,53	4,8	5,8	6,8	184,4	190	190
2-264	190,09	3,53	4,8	5,8	6,8	194,4	200	200
2-265	196,44	3,53	4,8	5,8	6,8	199,4	205	205
2-266	202,79	3,53	4,8	5,8	6,8	204,4	210	210
2-267	209,14	3,53	4,8	5,8	6,8	214,4	220	220
2-268	215,49	3,53	4,8	5,8	6,8	219,4	225	225
2-269	221,84	3,53	4,8	5,8	6,8	224,4	230	230
2-270	228,19	3,53	4,8	5,8	6,8	229,4	235	235
2-271	234,54	3,53	4,8	5,8	6,8	234,4	240	240
2-272	240,89	3,53	4,8	5,8	6,8	244,4	250	250
2-273	247,24	3,53	4,8	5,8	6,8	249,4	255	255
2-274	253,59	3,53	4,8	5,8	6,8	254,4	260	260
2-275	266,29	3,53	4,8	5,8	6,8	274,4	280	280
2-276	278,99	3,53	4,8	5,8	6,8	284,4	290	290
2-277	291,69	3,53	4,8	5,8	6,8	294,4	300	300
2-278	304,39	3,53	4,8	5,8	6,8	314,4	320	320
2-279	329,79	3,53	4,8	5,8	6,8	344,4	350	350
2-280	355,19	3,53	4,8	5,8	6,8	364,4	370	370
2-281	380,59	3,53	4,8	5,8	6,8	394,4	400	400
2-282	405,26	3,53	4,8	5,8	6,8	414,4	420	420
2-283	430,66	3,53	4,8	5,8	6,8	444,4	450	450
2-284	456,06	3,53	4,8	5,8	6,8	474,4	480	480
2-325	37,47	5,33	7,2	8,7	10,2	37,3	46	46
2-326	40,64	5,33	7,2	8,7	10,2	41,3	50	50
5-330	42,52	5,33	7,2	8,7	10,2	43,3	52	52
2-327	43,82	5,33	7,2	8,7	10,2	46,3	55	55
2-328	46,99	5,33	7,2	8,7	10,2	47,3	56	56
5-338	48,9	5,33	7,2	8,7	10,2	49,3	58	58
2-329	50,17	5,33	7,2	8,7	10,2	51,3	60	60
2-330	53,34	5,33	7,2	8,7	10,2	53,3	62	62
2-331	56,52	5,33	7,2	8,7	10,2	56,3	65	65
2-332	59,69	5,33	7,2	8,7	10,2	61,3	70	70
2-333	62,87	5,33	7,2	8,7	10,2	63,3	72	72
2-334	66,04	5,33	7,2	8,7	10,2	66,3	75	75
2-335	69,22	5,33	7,2	8,7	10,2	71,3	80	80
2-336	72,39	5,33	7,2	8,7	10,2	73,3	82	82
2-337	75,57	5,33	7,2	8,7	10,2	76,3	85	85
2-338	78,7	5,33	7,2	8,7	10,2	81,3	90	90

N° Parker	d ₁	d ₂	b			d ₃	d ₄	d ₉
			+0,2	+0,2	+0,2			
			0	0	0			
					h9	H8	f7	
2-339	81,92	5,33	7,2	8,7	10,2	83,3	92	92
2-340	85	5,33	7,2	8,7	10,2	86,3	95	95
2-341	88,2	5,33	7,2	8,7	10,2	89,3	98	98
2-342	91,4	5,33	7,2	8,7	10,2	91,3	100	100
2-343	94,6	5,33	7,2	8,7	10,2	96,3	105	105
2-344	97,7	5,33	7,2	8,7	10,2	99,3	108	108
2-345	100,97	5,33	7,2	8,7	10,2	101,3	110	110
2-346	104,1	5,33	7,2	8,7	10,2	106,3	115	115
2-347	107,3	5,33	7,2	8,7	10,2	109,3	118	118
2-348	110,4	5,33	7,2	8,7	10,2	111,3	120	120
2-349	113,6	5,33	7,2	8,7	10,2	116,3	125	125
2-350	116,8	5,33	7,2	8,7	10,2	119,3	128	128
2-351	120	5,33	7,2	8,7	10,2	121,3	130	130
2-352	123,1	5,33	7,2	8,7	10,2	123,3	132	132
2-353	126,3	5,33	7,2	8,7	10,2	126,3	135	135
2-354	129,5	5,33	7,2	8,7	10,2	131,3	140	140
2-355	132,7	5,33	7,2	8,7	10,2	133,3	142	142
2-356	135,8	5,33	7,2	8,7	10,2	136,3	145	145
2-357	139	5,33	7,2	8,7	10,2	141,3	150	150
2-358	142,2	5,33	7,2	8,7	10,2	143,3	152	152
2-359	145,4	5,33	7,2	8,7	10,2	146,3	155	155
2-360	148,5	5,33	7,2	8,7	10,2	151,3	160	160
2-361	151,7	5,33	7,2	8,7	10,2	156,3	165	165
2-362	158,1	5,33	7,2	8,7	10,2	161,3	170	170
2-363	164,4	5,33	7,2	8,7	10,2	166,3	175	175
2-364	170,8	5,33	7,2	8,7	10,2	171,3	180	180
2-365	177,1	5,33	7,2	8,7	10,2	181,3	190	190
2-366	183,5	5,33	7,2	8,7	10,2	186,3	195	195
2-367	189,8	5,33	7,2	8,7	10,2	191,3	200	200
2-368	196,2	5,33	7,2	8,7	10,2	201,3	210	210
2-369	202,5	5,33	7,2	8,7	10,2	206,3	215	215
2-370	208,9	5,33	7,2	8,7	10,2	211,3	220	220
2-371	215,2	5,33	7,2	8,7	10,2	216,3	225	225
2-372	221,6	5,33	7,2	8,7	10,2	221,3	230	230
2-373	227,9	5,33	7,2	8,7	10,2	231,3	240	240
2-374	234,3	5,33	7,2	8,7	10,2	236,3	245	245
2-375	240,6	5,33	7,2	8,7	10,2	241,3	250	250
2-376	247	5,33	7,2	8,7	10,2	251,3	260	260
2-377	253,3	5,33	7,2	8,7	10,2	261,3	270	270
2-378	266	5,33	7,2	8,7	10,2	271,3	280	280
2-379	278,77	5,33	7,2	8,7	10,2	281,3	290	290
2-380	291,47	5,33	7,2	8,7	10,2	291,3	300	300
2-381	304,17	5,33	7,2	8,7	10,2	311,3	320	320
2-382	329,57	5,33	7,2	8,7	10,2	341,3	350	350
2-383	354,97	5,33	7,2	8,7	10,2	361,3	370	370
2-384	380,37	5,33	7,2	8,7	10,2	391,3	400	400
2-385	405,26	5,33	7,2	8,7	10,2	411,3	420	420
2-386	430,66	5,33	7,2	8,7	10,2	441,3	450	450

3 Recommandations en matière de conception

N° Parker	d ₁	d ₂	b			d ₃	d ₄	d ₉
			+0,2	+0,2	+0,2			
			0	0	0			
			h9	H8	f7			
2-387	456,06	5,33	7,2	8,7	10,2	471,3	480	480
2-388	481,41	5,33	7,2	8,7	10,2	491,3	500	500
2-389	506,81	5,33	7,2	8,7	10,2	511,3	520	520
2-390	532,21	5,33	7,2	8,7	10,2	541,3	550	550
2-391	557,61	5,33	7,2	8,7	10,2	571,3	580	580
2-392	582,68	5,33	7,2	8,7	10,2	591,3	600	600
2-393	608,08	5,33	7,2	8,7	10,2	611,3	620	620
2-394	633,48	5,33	7,2	8,7	10,2	641,3	650	650
2-395	658,88	5,33	7,2	8,7	10,2	671,3	680	680
2-425	113,67	6,99	9,6	12	14,4	113,4	125	125
2-426	116,84	6,99	9,6	12	14,4	118,4	130	130
2-427	120,02	6,99	9,6	12	14,4	120,4	132	132
2-428	123,19	6,99	9,6	12	14,4	123,4	135	135
2-429	126,37	6,99	9,6	12	14,4	128,4	140	140
2-430	129,54	6,99	9,6	12	14,4	130,4	142	142
2-431	132,72	6,99	9,6	12	14,4	133,4	145	145
2-432	135,89	6,99	9,6	12	14,4	138,4	150	150
2-433	139,07	6,99	9,6	12	14,4	140,4	152	152
2-434	142,24	6,99	9,6	12	14,4	143,4	155	155
2-435	145,42	6,99	9,6	12	14,4	146,4	158	158
2-436	148,59	6,99	9,6	12	14,4	148,4	160	160
2-437	151,77	6,99	9,6	12	14,4	153,4	165	165
2-438	158,12	6,99	9,6	12	14,4	158,4	170	170
2-439	164,47	6,99	9,6	12	14,4	168,4	180	180
2-440	170,82	6,99	9,6	12	14,4	173,4	185	185
2-441	177,17	6,99	9,6	12	14,4	178,4	190	190
2-442	183,52	6,99	9,6	12	14,4	188,4	200	200
2-443	189,87	6,99	9,6	12	14,4	193,4	205	205
2-444	196,22	6,99	9,6	12	14,4	198,4	210	210
2-445	202,57	6,99	9,6	12	14,4	208,4	220	220
2-446	215,27	6,99	9,6	12	14,4	218,4	230	230
2-447	227,97	6,99	9,6	12	14,4	228,4	240	240
2-448	240,67	6,99	9,6	12	14,4	238,4	250	250
2-449	253,37	6,99	9,6	12	14,4	248,4	260	260
2-450	266,07	6,99	9,6	12	14,4	268,4	280	280
2-451	278,77	6,99	9,6	12	14,4	288,4	300	300
2-452	291,47	6,99	9,6	12	14,4	298,4	310	310
2-453	304,17	6,99	9,6	12	14,4	308,4	320	320
2-454	316,87	6,99	9,6	12	14,4	318,4	330	330
2-455	329,57	6,99	9,6	12	14,4	338,4	350	350
2-456	342,27	6,99	9,6	12	14,4	348,4	360	360
2-457	354,97	6,99	9,6	12	14,4	358,4	370	370
2-458	367,67	6,99	9,6	12	14,4	368,4	380	380
2-459	380,37	6,99	9,6	12	14,4	388,4	400	400
2-460	393,07	6,99	9,6	12	14,4	398,4	410	410
2-461	405,26	6,99	9,6	12	14,4	408,4	420	420
2-462	417,96	6,99	9,6	12	14,4	418,4	430	430
2-463	430,66	6,99	9,6	12	14,4	438,4	450	450

N° Parker	d ₁	d ₂	b			d ₃	d ₄	d ₉
			+0,2	+0,2	+0,2			
			0	0	0			
			h9	H8	f7			
2-464	443,36	6,99	9,6	12	14,4	448,4	460	460
2-465	456,06	6,99	9,6	12	14,4	458,4	470	470
2-466	468,76	6,99	9,6	12	14,4	468,4	480	480
2-467	481,46	6,99	9,6	12	14,4	488,4	500	500
2-468	494,16	6,99	9,6	12	14,4	498,4	510	510
2-469	506,86	6,99	9,6	12	14,4	508,4	520	520
2-470	532,26	6,99	9,6	12	14,4	538,4	550	550
2-471	557,66	6,99	9,6	12	14,4	558,4	570	570
2-472	582,68	6,99	9,6	12	14,4	588,4	600	600
2-473	608,08	6,99	9,6	12	14,4	608,4	620	620
2-474	633,48	6,99	9,6	12	14,4	638,4	650	650
2-475	658,88	6,99	9,6	12	14,4	668,4	680	680

Tab. 3.2

3 Recommandations en matière de conception

3.1.3 Joint de tige statique

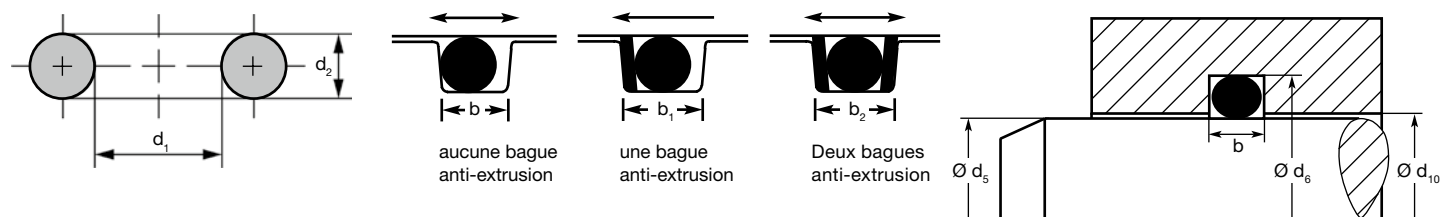


Fig. 3.6

N° Parker	d ₁	d ₂	b +0,2 0	b ₁ +0,2 0	b ₂ +0,2 0	d ₅ f7	d ₆ H9	d ₁₀ H8
2-006	2,9	1,78	2,4	3,5	4,6	3	5,6	3
5-190	3,35	1,78	2,4	3,5	4,6	3,5	6,1	3,5
2-007	3,68	1,78	2,4	3,5	4,6	4	6,6	4
2-008	4,47	1,78	2,4	3,5	4,6	4,5	7,1	4,5
5-581	4,9	1,9	2,4	3,5	4,6	5	7,8	5
2-009	5,28	1,78	2,4	3,5	4,6	5,5	8,1	5,5
5-582	5,7	1,9	2,4	3,5	4,6	6	8,8	6
2-010	6,07	1,78	2,4	3,5	4,6	6,2	8,8	6,2
5-052	6,86	1,78	2,4	3,5	4,6	7	9,6	7
2-011	7,65	1,78	2,4	3,5	4,6	8	10,6	8
5-612	8,74	1,78	2,4	3,5	4,6	9	11,6	9
2-012	9,25	1,78	2,4	3,5	4,6	9,5	12,1	9,5
5-212	9,75	1,78	2,4	3,5	4,6	10	12,6	10
2-013	10,82	1,78	2,4	3,5	4,6	11	13,6	11
5-613	11,1	1,78	2,4	3,5	4,6	12	14,6	12
2-014	12,42	1,78	2,4	3,5	4,6	13	15,6	13
6-129	13,29	1,78	2,4	3,5	4,6	14	16,6	14
2-016	15,6	1,78	2,4	3,5	4,6	16	18,6	16
2-017	17,17	1,78	2,4	3,5	4,6	18	20,6	18
2-018	18,77	1,78	2,4	3,5	4,6	19	21,6	19
2-019	20,35	1,78	2,4	3,5	4,6	21	23,6	21
2-020	21,95	1,78	2,4	3,5	4,6	22	24,6	22
2-021	23,52	1,78	2,4	3,5	4,6	24	26,6	24
2-022	25,12	1,78	2,4	3,5	4,6	25	27,6	25
2-023	26,7	1,78	2,4	3,5	4,6	28	30,6	28
2-024	28,3	1,78	2,4	3,5	4,6	29	31,6	29
2-025	29,87	1,78	2,4	3,5	4,6	30	32,6	30
2-026	31,47	1,78	2,4	3,5	4,6	32	34,6	32
2-027	33,05	1,78	2,4	3,5	4,6	34	36,6	34
2-028	34,65	1,78	2,4	3,5	4,6	35	37,6	35
6-154	36,3	1,78	2,4	3,5	4,6	38	40,6	38
2-030	41	1,78	2,4	3,5	4,6	42	44,6	42
2-031	44,17	1,78	2,4	3,5	4,6	45	47,6	45
2-032	47,35	1,78	2,4	3,5	4,6	48	50,6	48
2-033	50,52	1,78	2,4	3,5	4,6	52	54,6	52
2-034	53,7	1,78	2,4	3,5	4,6	55	57,6	55
2-035	56,87	1,78	2,4	3,5	4,6	58	60,6	58
2-036	60,08	1,78	2,4	3,5	4,6	60	62,6	60

N° Parker	d ₁	d ₂	b +0,2 0	b ₁ +0,2 0	b ₂ +0,2 0	d ₅ f7	d ₆ H9	d ₁₀ H8
2-037	63,22	1,78	2,4	3,5	4,6	65	67,6	65
2-038	66,4	1,78	2,4	3,5	4,6	68	70,6	68
2-039	69,57	1,78	2,4	3,5	4,6	70	72,6	70
2-040	72,75	1,78	2,4	3,5	4,6	75	77,6	75
2-041	75,92	1,78	2,4	3,5	4,6	78	80,6	78
2-042	82,27	1,78	2,4	3,5	4,6	85	87,6	85
2-043	88,62	1,78	2,4	3,5	4,6	90	92,6	90
2-044	94,97	1,78	2,4	3,5	4,6	95	97,6	95
2-045	101,32	1,78	2,4	3,5	4,6	100	102,6	100
2-046	107,67	1,78	2,4	3,5	4,6	110	112,6	110
2-047	114,02	1,78	2,4	3,5	4,6	115	117,6	115
2-048	120,37	1,78	2,4	3,5	4,6	120	122,6	120
2-049	126,72	1,78	2,4	3,5	4,6	125	127,6	125
2-050	133,07	1,78	2,4	3,5	4,6	135	137,6	135
2-110	9,19	2,62	3,6	4,7	5,8	9,5	13,7	9,5
5-614	9,93	2,62	3,6	4,7	5,8	10	14,2	10
2-111	10,77	2,62	3,6	4,7	5,8	11	15,2	11
5-615	11,91	2,62	3,6	4,7	5,8	12	16,2	12
2-112	12,37	2,62	3,6	4,7	5,8	12,5	16,7	12,5
5-616	13,11	2,62	3,6	4,7	5,8	13	17,2	13
2-113	13,94	2,62	3,6	4,7	5,8	14	18,2	14
5-239	14,48	2,69	3,6	4,7	5,8	15	19,4	15
5-243	15,34	2,62	3,6	4,7	5,8	16	20,2	16
2-114	15,54	2,62	3,6	4,7	5,8	16,6	20,7	16,5
2-115	17,12	2,62	3,6	4,7	5,8	17	21,2	17
5-256	17,96	2,62	3,6	4,7	5,8	18	22,2	18
2-116	18,72	2,62	3,6	4,7	5,8	19	23,2	19
2-117	203,29	2,62	3,6	4,7	5,8	21	25,2	21
2-118	21,89	2,62	3,6	4,7	5,8	22	26,2	22
2-119	23,47	2,62	3,6	4,7	5,8	24	28,2	24
2-120	25,07	2,62	3,6	4,7	5,8	25	29,2	25
2-121	26,64	2,62	3,6	4,7	5,8	28	32,2	28
2-122	28,24	2,62	3,6	4,7	5,8	29	33,2	29
2-123	29,82	2,62	3,6	4,7	5,8	30	34,2	30
2-124	31,42	2,62	3,6	4,7	5,8	32	36,2	32
2-125	32,99	2,62	3,6	4,7	5,8	33	37,2	33
2-126	34,59	2,62	3,6	4,7	5,8	35	39,2	35
2-127	36,17	2,62	3,6	4,7	5,8	36	40,2	36

3 Recommandations en matière de conception

N° Parker	d ₁	d ₂	b +0,2 0	b ₁ +0,2 0	b ₂ +0,2 0	d ₅ f7	d ₆ H9	d ₁₀ H8
2-128	37,77	2,62	3,6	4,7	5,8	38	42,2	38
2-129	39,34	2,62	3,6	4,7	5,8	40	44,2	40
2-130	40,94	2,62	3,6	4,7	5,8	42	46,2	42
2-131	42,52	2,62	3,6	4,7	5,8	43	47,2	43
2-132	44,12	2,62	3,6	4,7	5,8	45	49,2	45
2-133	45,69	2,62	3,6	4,7	5,8	46	50,2	46
2-134	47,29	2,62	3,6	4,7	5,8	48	52,2	48
2-135	48,9	2,62	3,6	4,7	5,8	49	53,2	49
2-136	50,47	2,62	3,6	4,7	5,8	50	54,2	50
2-137	52,07	2,62	3,6	4,7	5,8	52	56,2	52
2-138	53,64	2,62	3,6	4,7	5,8	55	59,2	55
2-139	55,25	2,62	3,6	4,7	5,8	56	60,2	56
2-140	56,82	2,62	3,6	4,7	5,8	58	62,2	58
2-141	58,42	2,62	3,6	4,7	5,8	60	64,2	60
2-142	59,99	2,62	3,6	4,7	5,8	61	65,2	61
2-143	61,6	2,62	3,6	4,7	5,8	62	66,2	62
2-144	63,17	2,62	3,6	4,7	5,8	63	67,2	63
2-145	64,77	2,62	3,6	4,7	5,8	65	69,2	65
2-146	66,34	2,62	3,6	4,7	5,8	67	71,2	67
2-147	67,95	2,62	3,6	4,7	5,8	68	72,2	68
2-148	69,52	2,62	3,6	4,7	5,8	70	74,2	70
2-149	71,12	2,62	3,6	4,7	5,8	72	76,2	72
2-150	72,69	2,62	3,6	4,7	5,8	75	79,2	75
2-151	75,87	2,62	3,6	4,7	5,8	76	80,2	76
2-152	82,22	2,62	3,6	4,7	5,8	85	89,2	85
2-153	88,57	2,62	3,6	4,7	5,8	90	94,2	90
2-154	94,92	2,62	3,6	4,7	5,8	95	99,2	95
2-155	101,27	2,62	3,6	4,7	5,8	100	104,2	100
2-156	107,62	2,62	3,6	4,7	5,8	110	114,2	110
2-157	113,97	2,62	3,6	4,7	5,8	115	119,2	115
2-158	120,32	2,62	3,6	4,7	5,8	120	124,2	120
2-159	126,67	2,62	3,6	4,7	5,8	130	134,2	130
2-160	133,02	2,62	3,6	4,7	5,8	135	139,2	135
2-161	139,37	2,62	3,6	4,7	5,8	140	144,2	140
2-162	145,72	2,62	3,6	4,7	5,8	150	154,2	150
2-163	152,07	2,62	3,6	4,7	5,8	155	159,2	155
2-164	158,42	2,62	3,6	4,7	5,8	160	164,2	160
2-165	164,77	2,62	3,6	4,7	5,8	170	174,2	170
2-166	171,12	2,62	3,6	4,7	5,8	175	179,2	175
2-167	177,47	2,62	3,6	4,7	5,8	180	184,2	180
2-168	183,82	2,62	3,6	4,7	5,8	185	189,2	185
2-169	190,17	2,62	3,6	4,7	5,8	190	194,2	190
2-170	196,52	2,62	3,6	4,7	5,8	200	204,2	200
2-171	202,87	2,62	3,6	4,7	5,8	205	209,2	205
2-172	209,22	2,62	3,6	4,7	5,8	210	214,2	210
2-173	215,57	2,62	3,6	4,7	5,8	220	224,2	220
2-174	221,92	2,62	3,6	4,7	5,8	225	229,2	225
2-175	228,27	2,62	3,6	4,7	5,8	230	234,2	230

N° Parker	d ₁	d ₂	b +0,2 0	b ₁ +0,2 0	b ₂ +0,2 0	d ₅ f7	d ₆ H9	d ₁₀ H8
2-176	234,62	2,62	3,6	4,7	5,8	240	244,2	240
2-177	240,97	2,62	3,6	4,7	5,8	245	249,2	245
2-178	247,32	2,62	3,6	4,7	5,8	250	254,2	250
2-210	18,64	3,53	4,8	5,8	6,8	19	24,6	19
5-595	19,8	3,6	4,8	5,8	6,8	20	25,6	20
2-211	20,22	3,53	4,8	5,8	6,8	21	26,6	21
2-212	21,82	3,53	4,8	5,8	6,8	22	27,6	22
2-213	23,39	3,53	4,8	5,8	6,8	24	29,6	24
2-214	24,99	3,53	4,8	5,8	6,8	25	30,6	25
5-618	25,81	3,53	4,8	5,8	6,8	26	31,6	26
2-215	26,57	3,53	4,8	5,8	6,8	27	32,6	27
2-216	28,17	3,53	4,8	5,8	6,8	28	33,6	28
2-217	29,74	3,53	4,8	5,8	6,8	30	35,6	30
2-218	31,34	3,53	4,8	5,8	6,8	32	37,6	32
2-219	32,92	3,53	4,8	5,8	6,8	33	38,6	33
2-220	34,52	3,53	4,8	5,8	6,8	35	40,6	35
2-221	36,09	3,53	4,8	5,8	6,8	36	41,6	36
2-222	37,69	3,53	4,8	5,8	6,8	38	43,6	38
2-223	40,87	3,53	4,8	5,8	6,8	42	47,6	42
2-224	44,04	3,53	4,8	5,8	6,8	45	50,6	45
2-225	47,22	3,53	4,8	5,8	6,8	48	53,6	48
2-226	50,39	3,53	4,8	5,8	6,8	50	55,6	50
2-227	53,57	3,53	4,8	5,8	6,8	55	60,6	55
2-228	56,74	3,53	4,8	5,8	6,8	58	63,6	58
2-229	59,92	3,53	4,8	5,8	6,8	60	65,6	60
2-230	63,09	3,53	4,8	5,8	6,8	65	70,6	65
2-231	66,27	3,53	4,8	5,8	6,8	68	73,6	68
2-232	69,44	3,53	4,8	5,8	6,8	70	75,6	70
2-233	72,62	3,53	4,8	5,8	6,8	75	80,6	75
2-234	75,79	3,53	4,8	5,8	6,8	78	83,6	78
2-235	78,97	3,53	4,8	5,8	6,8	80	85,6	80
2-236	82,14	3,53	4,8	5,8	6,8	82	87,6	82
2-237	85,32	3,53	4,8	5,8	6,8	85	90,6	85
2-238	88,49	3,53	4,8	5,8	6,8	90	95,6	90
2-239	91,67	3,53	4,8	5,8	6,8	92	97,6	92
2-240	94,84	3,53	4,8	5,8	6,8	95	100,6	95
2-241	98,02	3,53	4,8	5,8	6,8	100	105,6	100
2-242	101,19	3,53	4,8	5,8	6,8	102	107,6	102
2-243	104,37	3,53	4,8	5,8	6,8	105	110,6	105
2-244	107,54	3,53	4,8	5,8	6,8	110	115,6	110
2-245	110,72	3,53	4,8	5,8	6,8	112	117,6	112
2-246	113,89	3,53	4,8	5,8	6,8	115	120,6	115
2-247	117,07	3,53	4,8	5,8	6,8	120	125,6	120
2-248	120,24	3,53	4,8	5,8	6,8	122	127,6	122
2-249	123,42	3,53	4,8	5,8	6,8	125	130,6	125
2-250	126,59	3,53	4,8	5,8	6,8	128	133,6	128
2-251	129,77	3,53	4,8	5,8	6,8	130	135,6	130
2-252	132,94	3,53	4,8	5,8	6,8	135	140,6	135

3

3 Recommandations en matière de conception

N° Parker	d ₁	d ₂	b			d ₅	d ₆	d ₁₀
			+0,2	+0,2	+0,2			
			0	0	0			
			f7	H9	H8			
2-253	136,12	3,53	4,8	5,8	6,8	138	143,6	138
2-254	139,29	3,53	4,8	5,8	6,8	140	145,6	140
2-255	142,47	3,53	4,8	5,8	6,8	145	150,6	145
2-256	145,64	3,53	4,8	5,8	6,8	148	153,6	148
2-257	148,82	3,53	4,8	5,8	6,8	150	155,6	150
2-258	151,99	3,53	4,8	5,8	6,8	155	160,6	155
2-259	158,34	3,53	4,8	5,8	6,8	160	165,6	160
2-260	164,69	3,53	4,8	5,8	6,8	170	175,6	170
2-261	171,04	3,53	4,8	5,8	6,8	175	180,6	175
2-262	177,39	3,53	4,8	5,8	6,8	180	185,6	180
2-263	183,74	3,53	4,8	5,8	6,8	185	190,6	185
2-264	190,09	3,53	4,8	5,8	6,8	190	195,6	190
2-265	196,44	3,53	4,8	5,8	6,8	200	205,6	200
2-266	202,79	3,53	4,8	5,8	6,8	205	210,6	205
2-267	209,14	3,53	4,8	5,8	6,8	210	215,6	210
2-268	215,49	3,53	4,8	5,8	6,8	220	225,6	220
2-269	221,84	3,53	4,8	5,8	6,8	225	230,6	225
2-270	228,19	3,53	4,8	5,8	6,8	230	235,6	230
2-271	234,54	3,53	4,8	5,8	6,8	235	240,6	235
2-272	240,89	3,53	4,8	5,8	6,8	240	245,6	240
2-273	247,24	3,53	4,8	5,8	6,8	250	255,6	250
2-274	253,59	3,53	4,8	5,8	6,8	260	265,6	260
2-275	266,29	3,53	4,8	5,8	6,8	270	275,6	270
2-276	278,99	3,53	4,8	5,8	6,8	280	285,6	280
2-277	291,69	3,53	4,8	5,8	6,8	300	305,6	300
2-278	304,39	3,53	4,8	5,8	6,8	310	315,6	310
2-279	329,79	3,53	4,8	5,8	6,8	330	335,6	330
2-280	355,19	3,53	4,8	5,8	6,8	350	355,6	350
2-281	380,59	3,53	4,8	5,8	6,8	380	385,6	380
2-282	405,26	3,53	4,8	5,8	6,8	400	405,6	400
2-283	430,66	3,53	4,8	5,8	6,8	430	435,6	430
2-284	456,06	3,53	4,8	5,8	6,8	460	465,6	460
2-325	37,47	5,33	7,2	8,7	10,2	38	46,7	38
2-326	40,64	5,33	7,2	8,7	10,2	40	48,7	40
5-330	42,52	5,33	7,2	8,7	10,2	42	50,7	42
2-327	43,82	5,33	7,2	8,7	10,2	45	53,7	45
2-328	46,99	5,33	7,2	8,7	10,2	48	56,7	48
5-338	48,9	5,33	7,2	8,7	10,2	50	58,7	50
2-329	50,17	5,33	7,2	8,7	10,2	52	60,7	52
2-330	53,34	5,33	7,2	8,7	10,2	55	63,7	55
2-331	56,52	5,33	7,2	8,7	10,2	58	66,7	58
2-332	59,69	5,33	7,2	8,7	10,2	60	68,7	60
2-333	62,87	5,33	7,2	8,7	10,2	63	71,7	63
2-334	66,04	5,33	7,2	8,7	10,2	68	76,7	68
2-335	69,22	5,33	7,2	8,7	10,2	70	78,7	70
2-336	72,39	5,33	7,2	8,7	10,2	75	83,7	75
2-337	75,57	5,33	7,2	8,7	10,2	76	84,7	76
2-338	78,7	5,33	7,2	8,7	10,2	80	88,7	80

N° Parker	d ₁	d ₂	b			d ₅	d ₆	d ₁₀
			+0,2	+0,2	+0,2			
			0	0	0			
			f7	H9	H8			
2-339	81,92	5,33	7,2	8,7	10,2	82	90,7	82
2-340	85	5,33	7,2	8,7	10,2	85	93,7	85
2-341	88,2	5,33	7,2	8,7	10,2	90	98,7	90
2-342	91,4	5,33	7,2	8,7	10,2	92	100,7	92
2-343	94,6	5,33	7,2	8,7	10,2	95	103,7	95
2-344	97,7	5,33	7,2	8,7	10,2	100	108,7	100
2-345	100,97	5,33	7,2	8,7	10,2	102	110,7	102
2-346	104,1	5,33	7,2	8,7	10,2	105	113,7	105
2-347	107,3	5,33	7,2	8,7	10,2	110	118,7	110
2-348	110,4	5,33	7,2	8,7	10,2	112	120,7	112
2-349	113,6	5,33	7,2	8,7	10,2	115	123,7	115
2-350	116,8	5,33	7,2	8,7	10,2	120	128,7	120
2-351	120	5,33	7,2	8,7	10,2	122	130,7	122
2-352	123,1	5,33	7,2	8,7	10,2	125	133,7	125
2-353	126,3	5,33	7,2	8,7	10,2	128	136,7	128
2-354	129,5	5,33	7,2	8,7	10,2	130	138,7	130
2-355	132,7	5,33	7,2	8,7	10,2	135	143,7	135
2-356	135,8	5,33	7,2	8,7	10,2	138	146,7	138
2-357	139	5,33	7,2	8,7	10,2	140	148,7	140
2-358	142,2	5,33	7,2	8,7	10,2	145	153,7	145
2-359	145,4	5,33	7,2	8,7	10,2	148	156,7	148
2-360	148,5	5,33	7,2	8,7	10,2	150	158,7	150
2-361	151,7	5,33	7,2	8,7	10,2	155	163,7	155
2-362	158,1	5,33	7,2	8,7	10,2	160	168,7	160
2-363	164,4	5,33	7,2	8,7	10,2	170	178,7	170
2-364	170,8	5,33	7,2	8,7	10,2	175	183,7	175
2-365	177,1	5,33	7,2	8,7	10,2	180	188,6	180
2-366	183,5	5,33	7,2	8,7	10,2	185	193,7	185
2-367	189,8	5,33	7,2	8,7	10,2	190	198,7	190
2-368	196,2	5,33	7,2	8,7	10,2	200	208,7	200
2-369	202,5	5,33	7,2	8,7	10,2	205	213,7	205
2-370	208,9	5,33	7,2	8,7	10,2	210	218,7	210
2-371	215,2	5,33	7,2	8,7	10,2	220	228,7	220
2-372	221,6	5,33	7,2	8,7	10,2	225	233,7	225
2-373	227,9	5,33	7,2	8,7	10,2	230	238,7	230
2-374	234,3	5,33	7,2	8,7	10,2	235	243,7	235
2-375	240,6	5,33	7,2	8,7	10,2	240	248,7	240
2-376	247	5,33	7,2	8,7	10,2	250	258,7	250
2-377	253,3	5,33	7,2	8,7	10,2	260	268,7	260
2-378	266	5,33	7,2	8,7	10,2	270	278,7	270
2-379	278,77	5,33	7,2	8,7	10,2	280	288,7	280
2-380	291,47	5,33	7,2	8,7	10,2	300	308,7	300
2-381	304,17	5,33	7,2	8,7	10,2	310	318,7	310
2-382	329,57	5,33	7,2	8,7	10,2	330	338,7	330
2-383	354,97	5,33	7,2	8,7	10,2	360	368,7	360
2-384	380,37	5,33	7,2	8,7	10,2	380	388,7	380
2-385	405,26	5,33	7,2	8,7	10,2	420	428,7	420
2-386	430,66	5,33	7,2	8,7	10,2	450	458,7	450

3 Recommandations en matière de conception

N° Parker	d ₁	d ₂	b			d ₅	d ₆	d ₁₀
			+0,2	+0,2	+0,2			
			0	0	0			
			f7	H9	H8			
2-387	456,06	5,33	7,2	8,7	10,2	460	468,7	460
2-388	481,41	5,33	7,2	8,7	10,2	500	508,7	500
2-389	506,81	5,33	7,2	8,7	10,2	520	528,7	520
2-390	532,21	5,33	7,2	8,7	10,2	550	558,7	550
2-391	557,61	5,33	7,2	8,7	10,2	560	568,7	560
2-392	582,68	5,33	7,2	8,7	10,2	600	608,7	600
2-393	608,08	5,33	7,2	8,7	10,2	620	628,7	620
2-394	633,48	5,33	7,2	8,7	10,2	650	658,7	650
2-395	658,88	5,33	7,2	8,7	10,2	680	688,7	680
2-425	113,67	6,99	9,6	12	14,4	115	126,6	115
2-426	116,84	6,99	9,6	12	14,4	118	129,6	118
2-427	120,02	6,99	9,6	12	14,4	120	131,6	120
2-428	123,91	6,99	9,6	12	14,4	125	136,6	125
2-429	126,37	6,99	9,6	12	14,4	128	139,6	128
2-430	129,54	6,99	9,6	12	14,4	130	141,6	130
2-431	132,72	6,99	9,6	12	14,4	135	146,6	135
2-432	135,89	6,99	9,6	12	14,4	138	149,6	138
2-433	139,07	6,99	9,6	12	14,4	140	151,6	140
2-434	142,24	6,99	9,6	12	14,4	145	156,6	145
2-435	145,42	6,99	9,6	12	14,4	148	159,6	148
2-436	148,59	6,99	9,6	12	14,4	150	161,6	150
2-437	151,77	6,99	9,6	12	14,4	155	166,6	155
2-438	158,12	6,99	9,6	12	14,4	160	171,6	160
2-439	164,47	6,99	9,6	12	14,4	165	176,6	165
2-440	170,82	6,99	9,6	12	14,4	170	181,6	170
2-441	177,17	6,99	9,6	12	14,4	180	191,6	180
2-442	183,52	6,99	9,6	12	14,4	185	196,6	185
2-443	189,87	6,99	9,6	12	14,4	190	201,6	190
2-444	196,22	6,99	9,6	12	14,4	200	211,6	200
2-445	202,57	6,99	9,6	12	14,4	210	221,6	210
2-446	215,27	6,99	9,6	12	14,4	220	231,6	220
2-447	227,97	6,99	9,6	12	14,4	230	241,6	230
2-448	240,67	6,99	9,6	12	14,4	240	251,6	240
2-449	253,37	6,99	9,6	12	14,4	250	261,6	250
2-450	266,07	6,99	9,6	12	14,4	270	281,6	270
2-451	278,77	6,99	9,6	12	14,4	280	291,6	280
2-452	291,47	6,99	9,6	12	14,4	300	311,6	300
2-453	304,17	6,99	9,6	12	14,4	310	321,6	310
2-454	316,87	6,99	9,6	12	14,4	320	331,6	320
2-455	329,57	6,99	9,6	12	14,4	340	351,6	340
2-456	342,27	6,99	9,6	12	14,4	350	361,6	350
2-457	354,97	6,99	9,6	12	14,4	360	371,6	360
2-458	367,67	6,99	9,6	12	14,4	370	381,6	370
2-459	380,37	6,99	9,6	12	14,4	380	391,6	380
2-460	393,07	6,99	9,6	12	14,4	400	411,6	400
2-461	405,26	6,99	9,6	12	14,4	410	421,6	410
2-462	417,96	6,99	9,6	12	14,4	420	431,6	420
2-463	430,66	6,99	9,6	12	14,4	440	451,6	440

N° Parker	d ₁	d ₂	b			d ₅	d ₆	d ₁₀
			+0,2	+0,2	+0,2			
			0	0	0			
			f7	H9	H8			
2-464	443,36	6,99	9,6	12	14,4	450	461,6	450
2-465	456,06	6,99	9,6	12	14,4	460	471,6	460
2-466	468,76	6,99	9,6	12	14,4	480	491,6	480
2-467	481,46	6,99	9,6	12	14,4	490	501,6	490
2-468	494,16	6,99	9,6	12	14,4	500	511,6	500
2-469	506,86	6,99	9,6	12	14,4	520	531,6	520
2-470	532,26	6,99	9,6	12	14,4	550	561,6	550
2-471	557,66	6,99	9,6	12	14,4	560	571,6	560
2-472	582,68	6,99	9,6	12	14,4	600	611,6	600
2-473	608,08	6,99	9,6	12	14,4	610	621,6	610
2-474	633,48	6,99	9,6	12	14,4	650	661,6	650
2-475	658,88	6,99	9,6	12	14,4	660	671,6	660

Tab. 3.3

3 Recommandations en matière de conception

3.1.4 Joint de bride statique

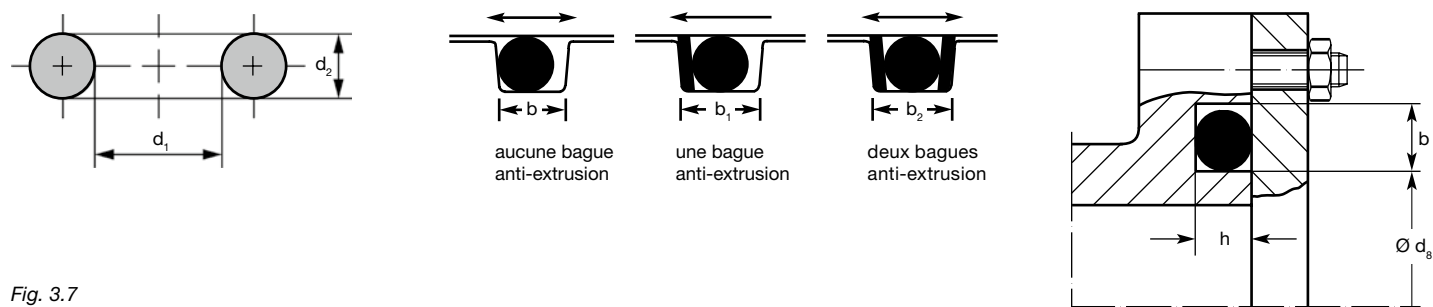


Fig. 3.7

N° Parker	d ₁	d ₂	b +0,2 0	b ₁ +0,2 0	b ₂ +0,2 0	d ₇ H11	d ₈ h11	h +0,1 0
2-006	2,9	1,78	2,4	3,5	4,6	6,3	3	1,3
5-190	3,35	1,78	2,4	3,5	4,6	6,7	3,4	1,3
2-007	3,68	1,78	2,4	3,5	4,6	7,1	3,8	1,3
2-008	4,47	1,78	2,4	3,5	4,6	7,8	4,5	1,3
5-581	4,9	1,9	2,4	3,5	4,6	8,3	5	1,4
2-009	5,28	1,78	2,4	3,5	4,6	8,7	5,4	1,3
5-582	5,7	1,9	2,4	3,5	4,6	9,1	5,8	1,4
2-010	6,07	1,78	2,4	3,5	4,6	9,4	6,2	1,3
5-052	6,86	1,78	2,4	3,5	4,6	10,2	7	1,3
2-011	7,65	1,78	2,4	3,5	4,6	11	7,8	1,3
5-612	8,74	1,78	2,4	3,5	4,6	12,1	8,9	1,3
2-012	9,25	1,78	2,4	3,5	4,6	12,6	9,4	1,3
5-212	9,75	1,78	2,4	3,5	4,6	13,1	9,8	1,3
2-013	10,82	1,78	2,4	3,5	4,6	14,1	11	1,3
5-613	11,1	1,78	2,4	3,5	4,6	14,4	11,2	1,3
2-014	12,42	1,78	2,4	3,5	4,6	15,7	12,5	1,3
6-129	13,29	1,78	2,4	3,5	4,6	16,5	14	1,3
2-016	15,6	1,78	2,4	3,5	4,6	19	15,6	1,3
2-017	17,17	1,78	2,4	3,5	4,6	20	17,5	1,3
2-018	18,77	1,78	2,4	3,5	4,6	21,5	19	1,3
2-019	20,35	1,78	2,4	3,5	4,6	23	21	1,3
2-020	21,95	1,78	2,4	3,5	4,6	25	22	1,3
2-021	23,52	1,78	2,4	3,5	4,6	27	24	1,3
2-022	25,12	1,78	2,4	3,5	4,6	28	26	1,3
2-023	26,7	1,78	2,4	3,5	4,6	30	27	1,3
2-024	28,3	1,78	2,4	3,5	4,6	31	29	1,3
2-025	29,87	1,78	2,4	3,5	4,6	33	30	1,3
2-026	31,47	1,78	2,4	3,5	4,6	35	32	1,3
2-027	33,05	1,78	2,4	3,5	4,6	36	34	1,3
2-028	34,65	1,78	2,4	3,5	4,6	38	35	1,3
6-154	36,3	1,78	2,4	3,5	4,6	39	38	1,3
2-030	41	1,78	2,4	3,5	4,6	44	41	1,3
2-031	44,17	1,78	2,4	3,5	4,6	47	45	1,3
2-032	47,35	1,78	2,4	3,5	4,6	50	48	1,3
2-033	50,52	1,78	2,4	3,5	4,6	54	51	1,3
2-034	53,7	1,78	2,4	3,5	4,6	57	54	1,3
2-035	56,87	1,78	2,4	3,5	4,6	60	57	1,3
2-036	60,08	1,78	2,4	3,5	4,6	63	61	1,3
2-037	63,22	1,78	2,4	3,5	4,6	66	64	1,3
2-038	66,4	1,78	2,4	3,5	4,6	69	67	1,3
2-039	69,57	1,78	2,4	3,5	4,6	73	70	1,3
2-040	72,75	1,78	2,4	3,5	4,6	76	73	1,3
2-041	75,92	1,78	2,4	3,5	4,6	79	76	1,3
2-042	82,27	1,78	2,4	3,5	4,6	85	83	1,3
2-043	88,62	1,78	2,4	3,5	4,6	92	89	1,3
2-044	94,97	1,78	2,4	3,5	4,6	98	95	1,3
2-045	101,32	1,78	2,4	3,5	4,6	104	102	1,3
2-046	107,67	1,78	2,4	3,5	4,6	111	108	1,3
2-047	114,02	1,78	2,4	3,5	4,6	117	115	1,3
2-048	120,37	1,78	2,4	3,5	4,6	123	121	1,3
2-049	126,72	1,78	2,4	3,5	4,6	130	127	1,3
2-050	133,07	1,78	2,4	3,5	4,6	136	134	1,3
2-110	9,19	2,62	3,6	4,7	5,8	14,4	9,2	2,1
5-614	9,93	2,62	3,6	4,7	5,8	15,1	10	2,1
2-111	10,77	2,62	3,6	4,7	5,8	16	11	2,1
5-615	11,91	2,62	3,6	4,7	5,8	17,1	12	2,1
2-112	12,37	2,62	3,6	4,7	5,8	17,6	12,5	2,1
5-616	13,11	2,62	3,6	4,7	5,8	18,3	13,2	2,1
2-113	13,94	2,62	3,6	4,7	5,8	19,1	14	2,1
5-239	14,48	2,69	3,6	4,7	5,8	19,8	14,5	2,1
5-243	15,34	2,62	3,6	4,7	5,8	20	15,5	2,1
2-114	15,54	2,62	3,6	4,7	5,8	21	16,5	2,1
2-115	17,12	2,62	3,6	4,7	5,8	22	17,2	2,1
5-256	17,96	2,62	3,6	4,7	5,8	23	18	2,1
2-116	18,72	2,62	3,6	4,7	5,8	24	19	2,1
2-117	203,29	2,62	3,6	4,7	5,8	25	21	2,1
2-118	21,89	2,62	3,6	4,7	5,8	27	22	2,1
2-119	23,47	2,62	3,6	4,7	5,8	28	24	2,1
2-120	25,07	2,62	3,6	4,7	5,8	30	26	2,1
2-121	26,64	2,62	3,6	4,7	5,8	31	27	2,1
2-122	28,24	2,62	3,6	4,7	5,8	33	29	2,1
2-123	29,82	2,62	3,6	4,7	5,8	35	30	2,1

3 Recommandations en matière de conception

N° Parker	d ₁	d ₂	b	b ₁	b ₂	d ₇	d ₈	h
			+0,2 0	+0,2 0	+0,2 0	H11 h11	h11 0	
2-124	31,42	2,62	3,6	4,7	5,8	36	32	2,1
2-125	32,99	2,62	3,6	4,7	5,8	38	33	2,1
2-126	34,59	2,62	3,6	4,7	5,8	39	35	2,1
2-127	36,17	2,62	3,6	4,7	5,8	41	37	2,1
2-128	37,77	2,62	3,6	4,7	5,8	43	38	2,1
2-129	39,34	2,62	3,6	4,7	5,8	44	40	2,1
2-130	40,94	2,62	3,6	4,7	5,8	46	41	2,1
2-131	42,52	2,62	3,6	4,7	5,8	47	43	2,1
2-132	44,12	2,62	3,6	4,7	5,8	49	45	2,1
2-133	45,69	2,62	3,6	4,7	5,8	50	46	2,1
2-134	47,29	2,62	3,6	4,7	5,8	52	48	2,1
2-135	48,9	2,62	3,6	4,7	5,8	54	49	2,1
2-136	50,47	2,62	3,6	4,7	5,8	55	51	2,1
2-137	52,07	2,62	3,6	4,7	5,8	57	53	2,1
2-138	53,64	2,62	3,6	4,7	5,8	58	54	2,1
2-139	55,25	2,62	3,6	4,7	5,8	60	56	2,1
2-140	56,82	2,62	3,6	4,7	5,8	62	57	2,1
2-141	58,42	2,62	3,6	4,7	5,8	63	59	2,1
2-142	59,99	2,62	3,6	4,7	5,8	65	60	2,1
2-143	61,6	2,62	3,6	4,7	5,8	66	62	2,1
2-144	63,17	2,62	3,6	4,7	5,8	68	64	2,1
2-145	64,77	2,62	3,6	4,7	5,8	70	65	2,1
2-146	66,34	2,62	3,6	4,7	5,8	71	67	2,1
2-147	67,95	2,62	3,6	4,7	5,8	73	68	2,1
2-148	69,52	2,62	3,6	4,7	5,8	74	70	2,1
2-149	71,12	2,62	3,6	4,7	5,8	76	72	2,1
2-150	72,69	2,62	3,6	4,7	5,8	77	73	2,1
2-151	75,87	2,62	3,6	4,7	5,8	81	76	2,1
2-152	82,22	2,62	3,6	4,7	5,8	87	86	2,1
2-153	88,57	2,62	3,6	4,7	5,8	93	89	2,1
2-154	94,92	2,62	3,6	4,7	5,8	100	95	2,1
2-155	101,27	2,62	3,6	4,7	5,8	106	102	2,1
2-156	107,62	2,62	3,6	4,7	5,8	112	108	2,1
2-157	113,97	2,62	3,6	4,7	5,8	119	114	2,1
2-158	120,32	2,62	3,6	4,7	5,8	125	121	2,1
2-159	126,67	2,62	3,6	4,7	5,8	131	127	2,1
2-160	133,02	2,62	3,6	4,7	5,8	138	134	2,1
2-161	139,37	2,62	3,6	4,7	5,8	144	140	2,1
2-162	145,72	2,62	3,6	4,7	5,8	150	146	2,1
2-163	152,07	2,62	3,6	4,7	5,8	157	153	2,1
2-164	158,42	2,62	3,6	4,7	5,8	163	159	2,1
2-165	164,77	2,62	3,6	4,7	5,8	170	165	2,1
2-166	171,12	2,62	3,6	4,7	5,8	176	172	2,1
2-167	177,47	2,62	3,6	4,7	5,8	182	178	2,1
2-168	183,82	2,62	3,6	4,7	5,8	189	184	2,1
2-169	190,17	2,62	3,6	4,7	5,8	195	191	2,1
2-170	196,52	2,62	3,6	4,7	5,8	201	197	2,1
2-171	202,87	2,62	3,6	4,7	5,8	208	203	2,1

N° Parker	d ₁	d ₂	b	b ₁	b ₂	d ₇	d ₈	h
			+0,2 0	+0,2 0	+0,2 0	H11 h11	h11 0	
2-172	209,22	2,62	3,6	4,7	5,8	214	210	2,1
2-173	215,57	2,62	3,6	4,7	5,8	220	216	2,1
2-174	221,92	2,62	3,6	4,7	5,8	227	222	2,1
2-175	228,27	2,62	3,6	4,7	5,8	233	229	2,1
2-176	234,62	2,62	3,6	4,7	5,8	239	235	2,1
2-177	240,97	2,62	3,6	4,7	5,8	246	241	2,1
2-178	247,32	2,62	3,6	4,7	5,8	252	248	2,1
2-210	18,64	3,53	4,8	5,8	6,8	25	19	2,8
5-595	19,8	3,6	4,8	5,8	6,8	26,8	20	2,8
2-211	20,22	3,53	4,8	5,8	6,8	27	21	2,8
2-212	21,82	3,53	4,8	5,8	6,8	28	22	2,8
2-213	23,39	3,53	4,8	5,8	6,8	30	24	2,8
2-214	24,99	3,53	4,8	5,8	6,8	32	25	2,8
5-618	25,81	3,53	4,8	5,8	6,8	32,6	26	2,8
2-215	26,57	3,53	4,8	5,8	6,8	33	27	2,8
2-216	28,17	3,53	4,8	5,8	6,8	35	29	2,8
2-217	29,74	3,53	4,8	5,8	6,8	36	30	2,8
2-218	31,34	3,53	4,8	5,8	6,8	38	32	2,8
2-219	32,92	3,53	4,8	5,8	6,8	39	33	2,8
2-220	34,52	3,53	4,8	5,8	6,8	41	35	2,8
2-221	36,09	3,53	4,8	5,8	6,8	43	37	2,8
2-222	37,69	3,53	4,8	5,8	6,8	44	38	2,8
2-223	40,87	3,53	4,8	5,8	6,8	47	41	2,8
2-224	44,04	3,53	4,8	5,8	6,8	51	45	2,8
2-225	47,22	3,53	4,8	5,8	6,8	54	48	2,8
2-226	50,39	3,53	4,8	5,8	6,8	57	51	2,8
2-227	53,57	3,53	4,8	5,8	6,8	60	54	2,8
2-228	56,74	3,53	4,8	5,8	6,8	63	57	2,8
2-229	59,92	3,53	4,8	5,8	6,8	66	60	2,8
2-230	63,09	3,53	4,8	5,8	6,8	70	64	2,8
2-231	66,27	3,53	4,8	5,8	6,8	73	67	2,8
2-232	69,44	3,53	4,8	5,8	6,8	76	70	2,8
2-233	72,62	3,53	4,8	5,8	6,8	79	73	2,8
2-234	75,79	3,53	4,8	5,8	6,8	82	76	2,8
2-235	78,97	3,53	4,8	5,8	6,8	86	79	2,8
2-236	82,14	3,53	4,8	5,8	6,8	89	83	2,8
2-237	85,32	3,53	4,8	5,8	6,8	92	86	2,8
2-238	88,49	3,53	4,8	5,8	6,8	95	89	2,8
2-239	91,67	3,53	4,8	5,8	6,8	98	92	2,8
2-240	94,84	3,53	4,8	5,8	6,8	101	95	2,8
2-241	98,02	3,53	4,8	5,8	6,8	105	99	2,8
2-242	101,19	3,53	4,8	5,8	6,8	108	102	2,8
2-243	104,37	3,53	4,8	5,8	6,8	111	105	2,8
2-244	107,54	3,53	4,8	5,8	6,8	114	108	2,8
2-245	110,72	3,53	4,8	5,8	6,8	117	111	2,8
2-246	113,89	3,53	4,8	5,8	6,8	120	114	2,8
2-247	117,07	3,53	4,8	5,8	6,8	124	118	2,8
2-248	120,24	3,53	4,8	5,8	6,8	127	121	2,8

3 Recommandations en matière de conception

N° Parker	d ₁	d ₂	b +0,2 0	b ₁ +0,2 0	b ₂ +0,2 0	d ₇ H11	d ₈ h11	h +0,1 0
2-249	123,42	3,53	4,8	5,8	6,8	130	124	2,8
2-250	126,59	3,53	4,8	5,8	6,8	133	127	2,8
2-251	129,77	3,53	4,8	5,8	6,8	136	130	2,8
2-252	132,94	3,53	4,8	5,8	6,8	140	133	2,8
2-253	136,12	3,53	4,8	5,8	6,8	143	137	2,8
2-254	139,29	3,53	4,8	5,8	6,8	146	140	2,8
2-255	142,47	3,53	4,8	5,8	6,8	149	143	2,8
2-256	145,64	3,53	4,8	5,8	6,8	152	146	2,8
2-257	148,82	3,53	4,8	5,8	6,8	155	149	2,8
2-258	151,99	3,53	4,8	5,8	6,8	159	152	2,8
2-259	158,34	3,53	4,8	5,8	6,8	165	159	2,8
2-260	164,69	3,53	4,8	5,8	6,8	171	165	2,8
2-261	171,04	3,53	4,8	5,8	6,8	178	172	2,8
2-262	177,39	3,53	4,8	5,8	6,8	184	178	2,8
2-263	183,74	3,53	4,8	5,8	6,8	190	184	2,8
2-264	190,09	3,53	4,8	5,8	6,8	197	191	2,8
2-265	196,44	3,53	4,8	5,8	6,8	203	197	2,8
2-266	202,79	3,53	4,8	5,8	6,8	209	203	2,8
2-267	209,14	3,53	4,8	5,8	6,8	216	210	2,8
2-268	215,49	3,53	4,8	5,8	6,8	222	216	2,8
2-269	221,84	3,53	4,8	5,8	6,8	228	222	2,8
2-270	228,19	3,53	4,8	5,8	6,8	235	229	2,8
2-271	234,54	3,53	4,8	5,8	6,8	241	235	2,8
2-272	240,89	3,53	4,8	5,8	6,8	247	241	2,8
2-273	247,24	3,53	4,8	5,8	6,8	254	248	2,8
2-274	253,59	3,53	4,8	5,8	6,8	260	254	2,8
2-275	266,29	3,53	4,8	5,8	6,8	273	267	2,8
2-276	278,99	3,53	4,8	5,8	6,8	285	279	2,8
2-277	291,69	3,53	4,8	5,8	6,8	298	292	2,8
2-278	304,39	3,53	4,8	5,8	6,8	311	305	2,8
2-279	329,79	3,53	4,8	5,8	6,8	336	330	2,8
2-280	355,19	3,53	4,8	5,8	6,8	362	356	2,8
2-281	380,59	3,53	4,8	5,8	6,8	387	381	2,8
2-282	405,26	3,53	4,8	5,8	6,8	412	406	2,8
2-283	430,66	3,53	4,8	5,8	6,8	437	431	2,8
2-284	456,06	3,53	4,8	5,8	6,8	463	457	2,8
2-325	37,47	5,33	7,2	8,7	10,2	48	38	4,35
2-326	40,64	5,33	7,2	8,7	10,2	51	41	4,35
5-330	42,52	5,33	7,2	8,7	10,2	53	43	4,35
2-327	43,82	5,33	7,2	8,7	10,2	54	44	4,35
2-328	46,99	5,33	7,2	8,7	10,2	57	47	4,35
5-338	48,9	5,33	7,2	8,7	10,2	59	49	4,35
2-329	50,17	5,33	7,2	8,7	10,2	60	51	4,35
2-330	53,34	5,33	7,2	8,7	10,2	64	54	4,35
2-331	56,52	5,33	7,2	8,7	10,2	67	57	4,35
2-332	59,69	5,33	7,2	8,7	10,2	70	60	4,35
2-333	62,87	5,33	7,2	8,7	10,2	73	63	4,35
2-334	66,04	5,33	7,2	8,7	10,2	76	67	4,35
2-335	69,22	5,33	7,2	8,7	10,2	79	70	4,35
2-336	72,39	5,33	7,2	8,7	10,2	83	73	4,35
2-337	75,57	5,33	7,2	8,7	10,2	86	76	4,35
2-338	78,7	5,33	7,2	8,7	10,2	89	79	4,35
2-339	81,92	5,33	7,2	8,7	10,2	92	82	4,35
2-340	85	5,33	7,2	8,7	10,2	95	86	4,35
2-341	88,2	5,33	7,2	8,7	10,2	98	89	4,35
2-342	91,4	5,33	7,2	8,7	10,2	102	92	4,35
2-343	94,6	5,33	7,2	8,7	10,2	105	95	4,35
2-344	97,7	5,33	7,2	8,7	10,2	108	98	4,35
2-345	100,97	5,33	7,2	8,7	10,2	111	101	4,35
2-346	104,1	5,33	7,2	8,7	10,2	114	105	4,35
2-347	107,3	5,33	7,2	8,7	10,2	117	108	4,35
2-348	110,4	5,33	7,2	8,7	10,2	121	111	4,35
2-349	113,6	5,33	7,2	8,7	10,2	124	114	4,35
2-350	116,8	5,33	7,2	8,7	10,2	127	117	4,35
2-351	120	5,33	7,2	8,7	10,2	130	121	4,35
2-352	123,1	5,33	7,2	8,7	10,2	133	124	4,35
2-353	126,3	5,33	7,2	8,7	10,2	137	127	4,35
2-354	129,5	5,33	7,2	8,7	10,2	140	130	4,35
2-355	132,7	5,33	7,2	8,7	10,2	143	133	4,35
2-356	135,8	5,33	7,2	8,7	10,2	146	136	4,35
2-357	139	5,33	7,2	8,7	10,2	149	140	4,35
2-358	142,2	5,33	7,2	8,7	10,2	152	143	4,35
2-359	145,4	5,33	7,2	8,7	10,2	156	146	4,35
2-360	148,5	5,33	7,2	8,7	10,2	159	149	4,35
2-361	151,7	5,33	7,2	8,7	10,2	162	152	4,35
2-362	158,1	5,33	7,2	8,7	10,2	168	159	4,35
2-363	164,4	5,33	7,2	8,7	10,2	175	165	4,35
2-364	170,8	5,33	7,2	8,7	10,2	181	171	4,35
2-365	177,1	5,33	7,2	8,7	10,2	187	178	4,35
2-366	183,5	5,33	7,2	8,7	10,2	194	184	4,35
2-367	189,8	5,33	7,2	8,7	10,2	200	190	4,35
2-368	196,2	5,33	7,2	8,7	10,2	206	197	4,35
2-369	202,5	5,33	7,2	8,7	10,2	213	203	4,35
2-370	208,9	5,33	7,2	8,7	10,2	219	209	4,35
2-371	215,2	5,33	7,2	8,7	10,2	225	216	4,35
2-372	221,6	5,33	7,2	8,7	10,2	232	222	4,35
2-373	227,9	5,33	7,2	8,7	10,2	238	228	4,35
2-374	234,3	5,33	7,2	8,7	10,2	244	235	4,35
2-375	240,6	5,33	7,2	8,7	10,2	251	241	4,35
2-376	247	5,33	7,2	8,7	10,2	257	248	4,35
2-377	253,3	5,33	7,2	8,7	10,2	264	254	4,35
2-378	266	5,33	7,2	8,7	10,2	276	267	4,35
2-379	278,77	5,33	7,2	8,7	10,2	289	279	4,35
2-380	291,47	5,33	7,2	8,7	10,2	302	292	4,35
2-381	304,17	5,33	7,2	8,7	10,2	314	305	4,35
2-382	329,57	5,33	7,2	8,7	10,2	340	330	4,35

3 Recommandations en matière de conception

N° Parker	d ₁	d ₂	b +0,2 0	b ₁ +0,2 0	b ₂ +0,2 0	d ₇ H11	d ₈ h11	h +0,1 0
2-383	354,97	5,33	7,2	8,7	10,2	365	355	4,35
2-384	380,37	5,33	7,2	8,7	10,2	391	381	4,35
2-385	405,26	5,33	7,2	8,7	10,2	415	406	4,35
2-386	430,66	5,33	7,2	8,7	10,2	441	431	4,35
2-387	456,06	5,33	7,2	8,7	10,2	466	457	4,35
2-388	481,41	5,33	7,2	8,7	10,2	492	482	4,35
2-389	506,81	5,33	7,2	8,7	10,2	517	507	4,35
2-390	532,21	5,33	7,2	8,7	10,2	542	533	4,35
2-391	557,61	5,33	7,2	8,7	10,2	568	558	4,35
2-392	582,68	5,33	7,2	8,7	10,2	593	583	4,35
2-393	608,08	5,33	7,2	8,7	10,2	618	609	4,35
2-394	633,48	5,33	7,2	8,7	10,2	644	634	4,35
2-395	658,88	5,33	7,2	8,7	10,2	669	659	4,35
2-425	113,67	6,99	9,6	12	14,4	127	114	5,75
2-426	116,84	6,99	9,6	12	14,4	130	117	5,75
2-427	120,02	6,99	9,6	12	14,4	134	121	5,75
2-428	123,19	6,99	9,6	12	14,4	137	124	5,75
2-429	126,37	6,99	9,6	12	14,4	140	127	5,75
2-430	129,54	6,99	9,6	12	14,4	143	130	5,75
2-431	132,72	6,99	9,6	12	14,4	146	133	5,75
2-432	135,89	6,99	9,6	12	14,4	149	136	5,75
2-433	139,07	6,99	9,6	12	14,4	153	140	5,75
2-434	142,24	6,99	9,6	12	14,4	156	143	5,75
2-435	145,42	6,99	9,6	12	14,4	159	146	6,75
2-436	148,59	6,99	9,6	12	14,4	162	149	5,75
2-437	151,77	6,99	9,6	12	14,4	165	152	5,75
2-438	158,12	6,99	9,6	12	14,4	172	159	5,75
2-439	164,47	6,99	9,6	12	14,4	178	165	5,75
2-440	170,82	6,99	9,6	12	14,4	184	171	5,75
2-441	177,17	6,99	9,6	12	14,4	191	178	5,75
2-442	183,52	6,99	9,6	12	14,4	197	184	5,75
2-443	189,87	6,99	9,6	12	14,4	203	190	5,75
2-444	196,22	6,99	9,6	12	14,4	210	197	5,75
2-445	202,57	6,99	9,6	12	14,4	216	203	5,75
2-446	215,27	6,99	9,6	12	14,4	229	216	5,75
2-447	227,97	6,99	9,6	12	14,4	241	228	5,75
2-448	240,67	6,99	9,6	12	14,4	254	241	5,75
2-449	253,37	6,99	9,6	12	14,4	267	254	5,75
2-450	266,07	6,99	9,6	12	14,4	280	267	5,75
2-451	278,77	6,99	9,6	12	14,4	292	279	5,75
2-452	291,47	6,99	9,6	12	14,4	305	292	5,75
2-453	304,17	6,99	9,6	12	14,4	318	305	5,75
2-454	316,87	6,99	9,6	12	14,4	330	317	5,75
2-455	329,57	6,99	9,6	12	14,4	343	330	5,75
2-456	342,27	6,99	9,6	12	14,4	356	343	5,75
2-457	354,97	6,99	9,6	12	14,4	368	355	5,75
2-458	367,67	6,99	9,6	12	14,4	381	368	5,75
2-459	380,37	6,99	9,6	12	14,4	394	381	5,75

N° Parker	d ₁	d ₂	b +0,2 0	b ₁ +0,2 0	b ₂ +0,2 0	d ₇ H11	d ₈ h11	h +0,1 0
2-460	393,07	6,99	9,6	12	14,4	407	394	5,75
2-461	405,26	6,99	9,6	12	14,4	419	406	5,75
2-462	417,96	6,99	9,6	12	14,4	431	418	5,75
2-463	430,66	6,99	9,6	12	14,4	444	431	5,75
2-464	443,36	6,99	9,6	12	14,4	457	444	5,75
2-465	456,06	6,99	9,6	12	14,4	470	457	5,75
2-466	468,76	6,99	9,6	12	14,4	482	469	5,75
2-467	481,46	6,99	9,6	12	14,4	495	482	5,75
2-468	494,16	6,99	9,6	12	14,4	508	495	5,75
2-469	506,86	6,99	9,6	12	14,4	520	507	5,75
2-470	532,26	6,99	9,6	12	14,4	546	533	5,75
2-471	557,66	6,99	9,6	12	14,4	571	558	5,75
2-472	582,68	6,99	9,6	12	14,4	596	583	5,75
2-473	608,08	6,99	9,6	12	14,4	622	609	5,75
2-474	633,48	6,99	9,6	12	14,4	647	634	5,75
2-475	658,88	6,99	9,6	12	14,4	672	659	5,75

Tab. 3.4

3 Recommandations en matière de conception

3.2 Étanchéité dynamique

Pour les joints dynamiques, nos recommandations se réfèrent à la gamme de diamètres et dépendent de l'épaisseur de la section. L'utilisation de joints toriques de plus de 250 mm de diamètre dans le cadre d'une application dynamique déconseillée.

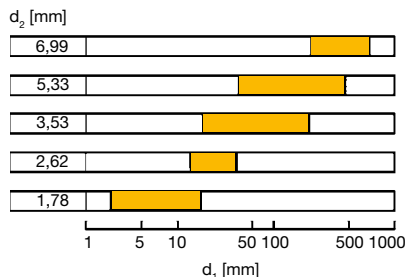


Fig. 3.8 La gamme de diamètres intérieurs d_1 recommandée pour les joints toriques varie en fonction de la section d_2

Joint de tige - compression radiale

Assemblage du joint torique à l'extérieur de l'élément

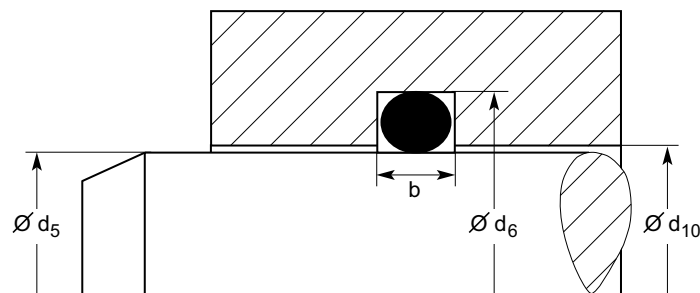


Fig. 3.10 Joint de tige - compression radiale

3.2.1 Hydraulique - compression et dimensions de conception

Joint de piston - compression radiale

Assemblage du joint torique à l'intérieur de l'élément

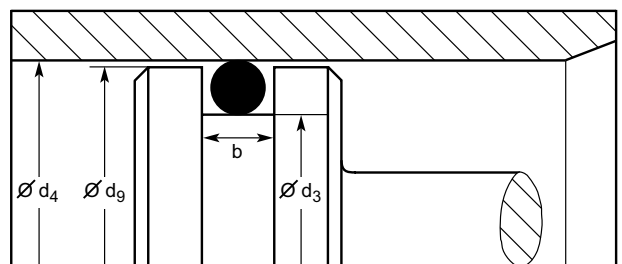
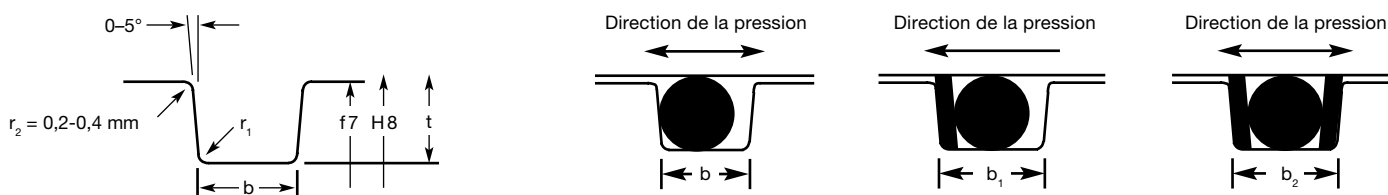


Fig. 3.9 Joint de piston - compression radiale



Section d_2 [mm]	Profondeur du logement t [mm]	Compression [mm]	Compression [%]	Largeur de gorge b sans bague anti-extrusion [mm]	Largeur de gorge b_1 une bague anti-extrusion [mm]	Largeur de gorge b_2 deux bagues anti extrusion [mm]	Rayon r_1 [mm]
1,78 $\pm 0,08$	1,45	0,16 - 0,45	9 - 25	2,40 - 2,60	3,50 - 3,70	4,60 - 4,80	0,20 - 0,40
2,62 $\pm 0,09$	2,20	0,26 - 0,64	10 - 23	3,60 - 3,80	4,70 - 4,90	5,80 - 6,00	0,20 - 0,40
3,53 $\pm 0,10$	3,05	0,27 - 0,70	8 - 19	4,80 - 5,00	5,80 - 6,00	6,80 - 7,00	0,40 - 0,80
5,33 $\pm 0,13$	4,65	0,37 - 0,93	7 - 17	7,20 - 7,40	8,70 - 8,90	10,20 - 10,40	0,40 - 0,80
6,99 $\pm 0,15$	6,20	0,50 - 1,05	7 - 15	9,60 - 9,80	12,00 - 12,20	14,40 - 14,60	0,40 - 0,80

Tab. 3.5

3 Recommandations en matière de conception

3.2.2 Hydraulique - joint de piston dynamique

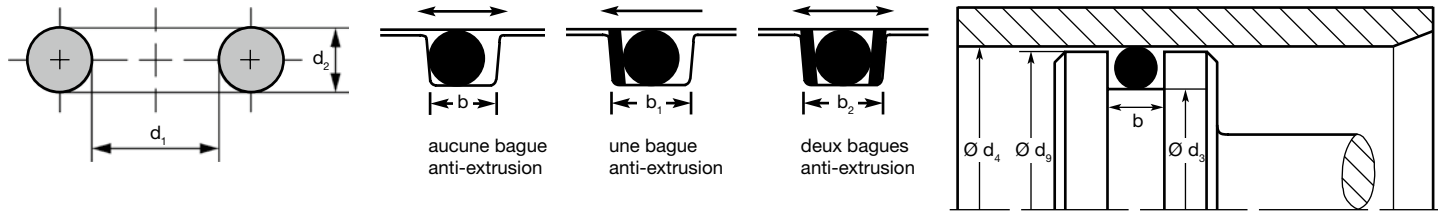


Fig. 3.11

N° Parker	d ₁	d ₂	b			d ₃	d ₄	d ₆
			+0,2 0	+0,2 0	+0,2 0			
2-006	2,9	1,78	2,4	3,5	4,6	3,2	6	6
2-007	3,68	1,78	2,4	3,5	4,6	3,7	6,5	6,5
6-166	3,9	1,8	2,4	3,5	4,6	4,2	7	7
2-008	4,47	1,78	2,4	3,5	4,6	4,7	7,5	7,5
5-581	4,9	1,9	2,4	3,5	4,6	5	8	8
2-009	5,28	1,78	2,4	3,5	4,6	5,7	8,5	8,5
2-010	6,07	1,78	2,4	3,5	4,6	6,2	9	9
5-052	6,86	1,78	2,4	3,5	4,6	7,2	10	10
2-011	7,65	1,78	2,4	3,5	4,6	7,7	10,5	10,5
5-585	8	1,88	2,4	3,5	4,6	8	11	11
5-612	8,74	1,78	2,4	3,5	4,6	9,2	12	12
2-012	9,25	1,78	2,4	3,5	4,6	9,7	12,5	12,5
5-212	9,75	1,78	2,4	3,5	4,6	10,2	13	13
2-013	10,82	1,78	2,4	3,5	4,6	11,2	14	14
6-366	11,89	1,78	2,4	3,5	4,6	12,2	15	15
2-014	12,42	1,78	2,4	3,5	4,6	13,2	16	16
2-015	14	1,78	2,4	3,5	4,6	14,2	17	17
6-085	15	1,8	2,4	3,5	4,6	15,2	18	18
2-016	15,6	1,78	2,4	3,5	4,6	16,2	19	19
2-017	17,17	1,78	2,4	3,5	4,6	17,2	20	20
2-110	9,19	2,62	3,6	4,7	5,8	9,8	14	14
5-614	9,93	2,62	3,6	4,7	5,8	10,8	15	15
2-111	10,77	2,62	3,6	4,7	5,8	16	15,5	15,5
5-615	11,91	2,62	3,6	4,7	5,8	11,8	16	16
2-112	12,37	2,62	3,6	4,7	5,8	12,8	17	17
5-616	13,11	2,62	3,6	4,7	5,8	13,8	18	18
2-113	13,94	2,62	3,6	4,7	5,8	14,8	19	19
5-239	14,48	2,62	3,6	4,7	5,8	15,3	19,5	19,5
2-114	15,54	2,62	3,6	4,7	5,8	15,8	20	20
5-617	15,88	2,62	3,6	4,7	5,8	16,8	21	21
2-115	17,12	2,62	3,6	4,7	5,8	17,8	22	22
5-256	17,96	2,62	3,6	4,7	5,8	18,8	23	23
2-116	18,76	2,62	3,6	4,7	5,8	19,8	24	24
2-117	20,29	2,62	3,6	4,7	5,8	20,8	25	25
2-118	21,89	2,62	3,6	4,7	5,8	22,8	27	27
2-119	23,47	2,62	3,6	4,7	5,8	23,8	28	28
2-120	25,07	2,62	3,6	4,7	5,8	25,8	30	30
2-121	26,64	2,62	3,6	4,7	5,8	27,8	32	32

N° Parker	d ₁	d ₂	b			d ₃	d ₄	d ₆
			+0,2 0	+0,2 0	+0,2 0			
2-122	28,24	2,62	3,6	4,7	5,8	28,8	33	33
2-123	29,82	2,62	3,6	4,7	5,8	30,8	35	35
2-124	31,42	2,62	3,6	4,7	5,8	31,8	36	36
2-125	32,99	2,62	3,6	4,7	5,8	33,8	38	38
2-126	34,55	2,62	3,6	4,7	5,8	35,8	40	40
2-127	36,17	2,62	3,6	4,7	5,8	36,8	41	41
2-128	37,77	2,62	3,6	4,7	5,8	38,8	43	43
2-210	18,64	3,53	4,8	5,8	6,8	19,1	25	25
5-595	19,8	3,6	4,8	5,8	6,8	20	26	26
2-211	20,22	3,53	4,8	5,8	6,8	21,1	27	27
2-212	21,82	3,53	4,8	5,8	6,8	22,1	28	28
2-213	23,39	3,53	4,8	5,8	6,8	24,1	30	30
2-214	24,99	3,53	4,8	5,8	6,8	25,1	31	31
5-618	25,81	3,53	4,8	5,8	6,8	26,1	32	32
2-215	26,57	3,53	4,8	5,8	6,8	27,1	33	33
2-216	28,17	3,53	4,8	5,8	6,8	29,1	35	35
2-217	29,74	3,53	4,8	5,8	6,8	30,1	36	36
2-218	31,34	3,53	4,8	5,8	6,8	32,1	38	38
2-219	32,92	3,53	4,8	5,8	6,8	34,1	40	40
2-220	34,52	3,53	4,8	5,8	6,8	36,1	42	42
2-221	36,09	3,53	4,8	5,8	6,8	37,1	43	43
2-222	37,69	3,53	4,8	5,8	6,8	39,1	45	45
5-321	39,6	3,53	4,8	5,8	6,8	40,1	46	46
2-223	40,87	3,53	4,8	5,8	6,8	42,1	48	48
2-224	44,04	3,53	4,8	5,8	6,8	44,1	50	50
5-035	45,36	3,53	4,8	5,8	6,8	46,1	52	52
2-225	47,22	3,53	4,8	5,8	6,8	48,1	54	54
5-701	49,2	3,53	4,8	5,8	6,8	50,1	56	56
2-226	50,39	3,53	4,8	5,8	6,8	51,1	57	57
2-227	53,57	3,53	4,8	5,8	6,8	54,1	60	60
2-228	56,74	3,53	4,8	5,8	6,8	57,1	63	63
2-229	59,92	3,53	4,8	5,8	6,8	60,1	66	66
2-230	63,09	3,53	4,8	5,8	6,8	64,1	70	70
2-231	66,27	3,53	4,8	5,8	6,8	67,1	73	73
2-232	69,44	3,53	4,8	5,8	6,8	70,1	76	76
2-233	72,62	3,53	4,8	5,8	6,8	74,1	80	80
2-234	75,79	3,53	4,8	5,8	6,8	77,1	83	83
2-235	78,97	3,53	4,8	5,8	6,8	80,1	86	86

3 Recommandations en matière de conception

N° Parker	d ₁	d ₂	b			d ₃	d ₄	d ₉
			+0,2	+0,2	+0,2			
			0	0	0			
					h9	H8	f7	
2-236	82,14	3,53	4,8	5,8	6,8	84,1	90	90
2-237	85,32	3,53	4,8	5,8	6,8	86,1	92	92
2-238	88,49	3,53	4,8	5,8	6,8	90,1	96	96
2-239	91,67	3,53	4,8	5,8	6,8	94,1	100	100
2-240	94,84	3,53	4,8	5,8	6,8	96,1	102	102
2-241	98,02	3,53	4,8	5,8	6,8	99,1	105	105
2-242	101,19	3,53	4,8	5,8	6,8	104,1	110	110
2-243	104,37	3,53	4,8	5,8	6,8	106,1	112	112
2-244	107,54	3,53	4,8	5,8	6,8	109,1	115	115
2-245	110,72	3,53	4,8	5,8	6,8	114,1	120	120
2-246	113,89	3,53	4,8	5,8	6,8	116,1	122	122
2-247	117,07	3,53	4,8	5,8	6,8	119,1	125	125
2-248	120,24	3,53	4,8	5,8	6,8	122,1	128	128
2-249	123,42	3,53	4,8	5,8	6,8	124,1	130	130
2-250	126,59	3,53	4,8	5,8	6,8	129,1	135	135
2-251	129,77	3,53	4,8	5,8	6,8	132,1	138	138
2-252	132,94	3,53	4,8	5,8	6,8	134,1	140	140
2-253	136,12	3,53	4,8	5,8	6,8	139,1	145	145
2-254	139,29	3,53	4,8	5,8	6,8	142,1	148	148
2-255	142,47	3,53	4,8	5,8	6,8	144,1	150	150
2-256	145,64	3,53	4,8	5,8	6,8	149,1	155	155
2-257	148,82	3,53	4,8	5,8	6,8	151,1	157	157
2-258	151,99	3,53	4,8	5,8	6,8	154,1	160	160
2-259	158,34	3,53	4,8	5,8	6,8	159,1	165	165
2-260	164,69	3,53	4,8	5,8	6,8	169,1	175	175
2-261	171,04	3,53	4,8	5,8	6,8	174,1	180	180
2-262	177,39	3,53	4,8	5,8	6,8	179,1	185	185
2-263	183,74	3,53	4,8	5,8	6,8	184,1	190	190
2-264	190,09	3,53	4,8	5,8	6,8	194,1	200	200
2-325	37,47	5,33	7,2	8,7	10,2	39	48	48
2-326	40,64	5,33	7,2	8,7	10,2	41	50	50
5-330	42,52	5,33	7,2	8,7	10,2	43	52	52
2-327	43,82	5,33	7,2	8,7	10,2	46	55	55
2-328	46,99	5,33	7,2	8,7	10,2	49	58	58
2-329	50,17	5,33	7,2	8,7	10,2	51	60	60
2-330	53,34	5,33	7,2	8,7	10,2	54	63	63
2-331	56,52	5,33	7,2	8,7	10,2	59	68	68
2-332	59,69	5,33	7,2	8,7	10,2	61	70	70
2-333	62,87	5,33	7,2	8,7	10,2	64	73	73
2-334	66,04	5,33	7,2	8,7	10,2	67	76	76
2-335	69,22	5,33	7,2	8,7	10,2	71	80	80
2-336	72,39	5,33	7,2	8,7	10,2	74	83	83
2-337	75,57	5,33	7,2	8,7	10,2	77	86	86
2-338	78,74	5,33	7,2	8,7	10,2	81	90	90
2-339	81,92	5,33	7,2	8,7	10,2	83	92	92
2-340	85,09	5,33	7,2	8,7	10,2	86	95	95
2-341	88,27	5,33	7,2	8,7	10,2	91	100	100
2-342	91,44	5,33	7,2	8,7	10,2	93	102	102
2-343	94,62	5,33	7,2	8,7	10,2	96	105	105
2-344	97,79	5,33	7,2	8,7	10,2	101	110	110
2-345	100,97	5,33	7,2	8,7	10,2	103	112	112
2-346	104,14	5,33	7,2	8,7	10,2	106	115	115
2-347	107,32	5,33	7,2	8,7	10,2	109	118	118
2-348	110,49	5,33	7,2	8,7	10,2	111	120	120
2-349	113,67	5,33	7,2	8,7	10,2	116	125	125
2-350	116,84	5,33	7,2	8,7	10,2	119	128	128
2-351	120,02	5,33	7,2	8,7	10,2	121	130	130
2-352	123,19	5,33	7,2	8,7	10,2	126	135	135
2-353	126,37	5,33	7,2	8,7	10,2	129	138	138
2-354	129,54	5,33	7,2	8,7	10,2	131	140	140
2-355	132,72	5,33	7,2	8,7	10,2	136	145	145
2-356	135,89	5,33	7,2	8,7	10,2	139	148	148
2-357	139,07	5,33	7,2	8,7	10,2	141	150	150
2-358	142,24	5,33	7,2	8,7	10,2	146	155	155
2-359	145,42	5,33	7,2	8,7	10,2	149	158	158
2-360	148,59	5,33	7,2	8,7	10,2	151	160	160
2-361	151,77	5,33	7,2	8,7	10,2	156	165	165
2-362	158,12	5,33	7,2	8,7	10,2	159	168	168
2-363	164,47	5,33	7,2	8,7	10,2	166	175	175
2-364	170,82	5,33	7,2	8,7	10,2	171	180	180
2-365	177,17	5,33	7,2	8,7	10,2	179	188	188
2-366	183,52	5,33	7,2	8,7	10,2	186	195	195
2-367	189,87	5,33	7,2	8,7	10,2	191	200	200
2-368	196,22	5,33	7,2	8,7	10,2	201	210	210
2-369	202,57	5,33	7,2	8,7	10,2	206	215	215
2-370	208,92	5,33	7,2	8,7	10,2	211	220	220
2-371	215,27	5,33	7,2	8,7	10,2	216	225	225
2-372	221,62	5,33	7,2	8,7	10,2	226	235	235
2-373	227,97	5,33	7,2	8,7	10,2	231	240	240
2-374	234,32	5,33	7,2	8,7	10,2	236	245	245
2-375	240,67	5,33	7,2	8,7	10,2	241	250	250
2-444	196,22	6,99	9,6	12	14,4	197,8	210	210
2-445	202,57	6,99	9,6	12	14,4	207,8	220	220
2-446	215,27	6,99	9,6	12	14,4	217,8	230	230
2-447	227,97	6,99	9,6	12	14,4	227,8	240	240
2-448	240,67	6,99	9,6	12	14,4	247,8	260	260

Tab. 3.6

3 Recommandations en matière de conception

3.2.3 Hydraulique - Joint de tige dynamique

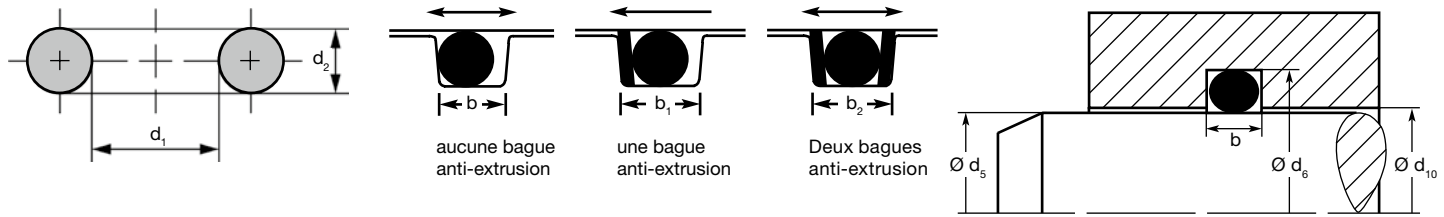


Fig. 3.12

N° Parker	d ₁	d ₂	b			d ₅	d ₆	d ₁₀
			+0,2 0	+0,2 0	+0,2 0			
2-006	2,9	1,78	2,4	3,5	4,6	3	5,8	3
2-007	3,68	1,78	2,4	3,5	4,6	3,5	6,3	3,5
6-166	3,9	1,8	2,4	3,5	4,6	4	6,8	4
2-008	4,47	1,78	2,4	3,5	4,6	4,5	7,3	4,5
5-581	4,9	1,9	2,4	3,5	4,6	5	8	5
2-009	5,28	1,78	2,4	3,5	4,6	5,5	8,3	5,5
2-010	6,07	1,78	2,4	3,5	4,6	6	8,8	6
5-052	6,86	1,78	2,4	3,5	4,6	7	9,8	7
2-011	7,65	1,78	2,4	3,5	4,6	7,5	10,3	7,5
5-585	8	1,88	2,4	3,5	4,6	8	11	8
5-612	8,74	1,78	2,4	3,5	4,6	9	11,8	9
2-012	9,25	1,78	2,4	3,5	4,6	9,5	12,3	9,5
5-212	9,75	1,78	2,4	3,5	4,6	10	12,8	10
2-013	10,82	1,78	2,4	3,5	4,6	11	13,8	11
6-366	11,89	1,78	2,4	3,5	4,6	12	14,8	12
2-014	12,42	1,78	2,4	3,5	4,6	12,5	15,3	12,5
2-015	14	1,78	2,4	3,5	4,6	14	16,8	14
6-085	15	1,8	2,4	3,5	4,6	15	17,8	15
2-016	15,6	1,78	2,4	3,5	4,6	16	18,8	16
2-017	17,17	1,78	2,4	3,5	4,6	17	19,8	17
2-110	9,19	2,62	3,6	4,7	5,8	9,5	13,7	9,5
5-614	9,93	2,62	3,6	4,7	5,8	10	14,2	10
2-111	10,77	2,62	3,6	4,7	5,8	11	15,2	11
5-615	11,91	2,62	3,6	4,7	5,8	12	16,2	12
2-112	12,37	2,62	3,6	4,7	5,8	12,5	16,7	12,5
5-616	13,11	2,62	3,6	4,7	5,8	13,5	17,7	13,5
2-113	13,94	2,62	3,6	4,7	5,8	14	18,2	14
5-239	14,48	2,62	3,6	4,7	5,8	15	19,2	15
2-114	15,54	2,62	3,6	4,7	5,8	16	20,2	16
5-617	15,88	2,62	3,6	4,7	5,8	16,5	20,7	16,5
2-115	17,12	2,62	3,6	4,7	5,8	17	21,2	17
5-256	17,96	2,62	3,6	4,7	5,8	18	22,2	18
2-116	18,76	2,62	3,6	4,7	5,8	19	23,2	19
2-117	20,29	2,62	3,6	4,7	5,8	19,5	23,7	19,5
2-118	21,89	2,62	3,6	4,7	5,8	22	26,2	22
2-119	23,47	2,62	3,6	4,7	5,8	24	28,2	24
2-120	25,07	2,62	3,6	4,7	5,8	25	29,2	25
2-121	26,64	2,62	3,6	4,7	5,8	27	31,2	27

N° Parker	d ₁	d ₂	b			d ₅	d ₆	d ₁₀
			+0,2 0	+0,2 0	+0,2 0			
2-122	28,24	2,62	3,6	4,7	5,8	28	32,2	28
2-123	29,82	2,62	3,6	4,7	5,8	30	34,2	30
2-124	31,42	2,62	3,6	4,7	5,8	32	36,2	32
2-125	32,99	2,62	3,6	4,7	5,8	33	37,2	33
2-126	34,55	2,62	3,6	4,7	5,8	35	39,2	35
2-127	36,17	2,62	3,6	4,7	5,8	36	40,2	36
2-128	37,77	2,62	3,6	4,7	5,8	38	42,2	38
2-210	18,64	3,53	4,8	5,8	6,8	19	24,9	19
5-595	19,8	3,6	4,8	5,8	6,8	20	26	20
2-211	20,22	3,53	4,8	5,8	6,8	21	26,9	21
2-212	21,82	3,53	4,8	5,8	6,8	22	27,9	22
2-213	23,39	3,53	4,8	5,8	6,8	24	29,9	24
2-214	24,99	3,53	4,8	5,8	6,8	25	30,9	25
5-618	25,81	3,53	4,8	5,8	6,8	26	31,9	26
2-215	26,57	3,53	4,8	5,8	6,8	27	32,9	27
2-216	28,17	3,53	4,8	5,8	6,8	28	33,9	28
2-217	29,74	3,53	4,8	5,8	6,8	30	35,9	30
2-218	31,34	3,53	4,8	5,8	6,8	32	37,9	32
2-219	32,92	3,53	4,8	5,8	6,8	33	38,9	33
2-220	34,52	3,53	4,8	5,8	6,8	35	40,9	35
2-221	36,09	3,53	4,8	5,8	6,8	36	41,9	36
2-222	37,69	3,53	4,8	5,8	6,8	38	43,9	38
5-321	39,6	3,53	4,8	5,8	6,8	40	45,9	40
2-223	40,87	3,53	4,8	5,8	6,8	41	46,9	41
2-224	44,04	3,53	4,8	5,8	6,8	44	49,9	44
5-035	45,36	3,53	4,8	5,8	6,8	45	50,9	45
2-225	47,22	3,53	4,8	5,8	6,8	47	52,9	47
5-701	49,2	3,53	4,8	5,8	6,8	49	54,9	49
2-226	50,39	3,53	4,8	5,8	6,8	50	55,9	50
2-227	53,57	3,53	4,8	5,8	6,8	54	59,9	54
2-228	56,74	3,53	4,8	5,8	6,8	56	61,9	56
2-229	59,92	3,53	4,8	5,8	6,8	60	65,9	60
2-230	63,09	3,53	4,8	5,8	6,8	63	68,9	63
2-231	66,27	3,53	4,8	5,8	6,8	66	71,9	66
2-232	69,44	3,53	4,8	5,8	6,8	70	75,9	70
2-233	72,62	3,53	4,8	5,8	6,8	73	78,9	73
2-234	75,79	3,53	4,8	5,8	6,8	76	81,9	76
2-235	78,97	3,53	4,8	5,8	6,8	80	85,9	80

3 Recommandations en matière de conception

N° Parker	d ₁	d ₂	b			d ₅	d ₆	d ₁₀
			+0,2	+0,2	+0,2			
			0	0	0			
			f7	H9	H8			
2-236	82,14	3,53	4,8	5,8	6,8	82	87,9	82
2-237	85,32	3,53	4,8	5,8	6,8	85	90,9	85
2-238	88,49	3,53	4,8	5,8	6,8	88	93,9	88
2-239	91,67	3,53	4,8	5,8	6,8	92	97,9	92
2-240	94,84	3,53	4,8	5,8	6,8	95	100,9	95
2-241	98,02	3,53	4,8	5,8	6,8	98	103,9	98
2-242	101,19	3,53	4,8	5,8	6,8	100	105,9	100
2-243	104,37	3,53	4,8	5,8	6,8	105	110,9	105
2-244	107,54	3,53	4,8	5,8	6,8	108	113,9	108
2-245	110,72	3,53	4,8	5,8	6,8	110	115,9	110
2-246	113,89	3,53	4,8	5,8	6,8	114	119,9	114
2-247	117,07	3,53	4,8	5,8	6,8	117	122,9	117
2-248	120,24	3,53	4,8	5,8	6,8	120	125,9	120
2-249	123,42	3,53	4,8	5,8	6,8	125	130,9	125
2-250	126,59	3,53	4,8	5,8	6,8	127	132,9	127
2-251	129,77	3,53	4,8	5,8	6,8	130	135,9	130
2-252	132,94	3,53	4,8	5,8	6,8	133	138,9	133
2-253	136,12	3,53	4,8	5,8	6,8	136	141,9	136
2-254	139,29	3,53	4,8	5,8	6,8	140	145,9	140
2-255	142,47	3,53	4,8	5,8	6,8	142	147,9	142
2-256	145,64	3,53	4,8	5,8	6,8	145	150,9	145
2-257	148,82	3,53	4,8	5,8	6,8	150	155,9	150
2-258	151,99	3,53	4,8	5,8	6,8	152	157,9	152
2-259	158,34	3,53	4,8	5,8	6,8	160	165,9	160
2-260	164,69	3,53	4,8	5,8	6,8	165	170,9	165
2-261	171,04	3,53	4,8	5,8	6,8	170	175,9	170
2-262	177,39	3,53	4,8	5,8	6,8	178	183,9	178
2-263	183,74	3,53	4,8	5,8	6,8	184	189,9	184
2-264	190,09	3,53	4,8	5,8	6,8	190	195,9	190
2-325	37,47	5,33	7,2	8,7	10,2	38	47	38
2-326	40,64	5,33	7,2	8,7	10,2	42	51	42
5-330	42,52	5,33	7,2	8,7	10,2	43	52	43
2-327	43,82	5,33	7,2	8,7	10,2	45	54	45
2-328	46,99	5,33	7,2	8,7	10,2	48	57	48
2-329	50,17	5,33	7,2	8,7	10,2	50	59	50
2-330	53,34	5,33	7,2	8,7	10,2	54	63	54
2-331	56,52	5,33	7,2	8,7	10,2	56	65	56
2-332	59,69	5,33	7,2	8,7	10,2	60	69	60
2-333	62,87	5,33	7,2	8,7	10,2	63	72	63
2-334	66,04	5,33	7,2	8,7	10,2	66	75	66
2-335	69,22	5,33	7,2	8,7	10,2	70	79	70
2-336	72,39	5,33	7,2	8,7	10,2	73	82	73
2-337	75,57	5,33	7,2	8,7	10,2	76	85	76
2-338	78,74	5,33	7,2	8,7	10,2	80	89	80
2-339	81,92	5,33	7,2	8,7	10,2	82	91	82
2-340	85,09	5,33	7,2	8,7	10,2	85	94	85
2-341	88,27	5,33	7,2	8,7	10,2	90	99	90
2-342	91,44	5,33	7,2	8,7	10,2	92	101	92
2-343	94,62	5,33	7,2	8,7	10,2	95	104	95
2-344	97,79	5,33	7,2	8,7	10,2	98	107	98
2-345	100,97	5,33	7,2	8,7	10,2	100	109	100
2-346	104,14	5,33	7,2	8,7	10,2	105	114	105
2-347	107,32	5,33	7,2	8,7	10,2	108	117	108
2-348	110,49	5,33	7,2	8,7	10,2	110	119	110
2-349	113,67	5,33	7,2	8,7	10,2	115	124	115
2-350	116,84	5,33	7,2	8,7	10,2	118	127	118
2-351	120,02	5,33	7,2	8,7	10,2	120	129	120
2-352	123,19	5,33	7,2	8,7	10,2	125	134	125
2-353	126,37	5,33	7,2	8,7	10,2	128	137	128
2-354	129,54	5,33	7,2	8,7	10,2	130	139	130
2-355	132,72	5,33	7,2	8,7	10,2	133	142	133
2-356	135,89	5,33	7,2	8,7	10,2	135	144	135
2-357	139,07	5,33	7,2	8,7	10,2	140	149	140
2-358	142,24	5,33	7,2	8,7	10,2	143	152	143
2-359	145,42	5,33	7,2	8,7	10,2	145	154	145
2-360	148,59	5,33	7,2	8,7	10,2	150	159	150
2-361	151,77	5,33	7,2	8,7	10,2	152	161	152
2-362	158,12	5,33	7,2	8,7	10,2	158	167	158
2-363	164,47	5,33	7,2	8,7	10,2	165	174	165
2-364	170,82	5,33	7,2	8,7	10,2	170	179	170
2-365	177,17	5,33	7,2	8,7	10,2	178	187	178
2-366	183,52	5,33	7,2	8,7	10,2	185	194	185
2-367	189,87	5,33	7,2	8,7	10,2	190	199	190
2-368	196,22	5,33	7,2	8,7	10,2	195	204	195
2-369	202,57	5,33	7,2	8,7	10,2	200	209	200
2-370	208,92	5,33	7,2	8,7	10,2	210	219	210
2-371	215,27	5,33	7,2	8,7	10,2	215	224	215
2-372	221,62	5,33	7,2	8,7	10,2	220	229	220
2-373	227,97	5,33	7,2	8,7	10,2	228	237	228
2-374	234,32	5,33	7,2	8,7	10,2	235	244	235
2-375	240,67	5,33	7,2	8,7	10,2	240	249	240
2-444	196,22	6,99	9,6	12	14,4	195	207,2	195
2-445	202,57	6,99	9,6	12	14,4	200	212,2	200
2-446	215,27	6,99	9,6	12	14,4	215	227,2	215
2-447	227,97	6,99	9,6	12	14,4	230	242,2	230
2-448	240,67	6,99	9,6	12	14,4	240	252,2	240

Tab. 3.7

3 Recommandations en matière de conception

3.2.4 Pneumatique - compression et dimensions de conception

Joint de piston - compression radiale

Assemblage du joint torique à l'intérieur de l'élément

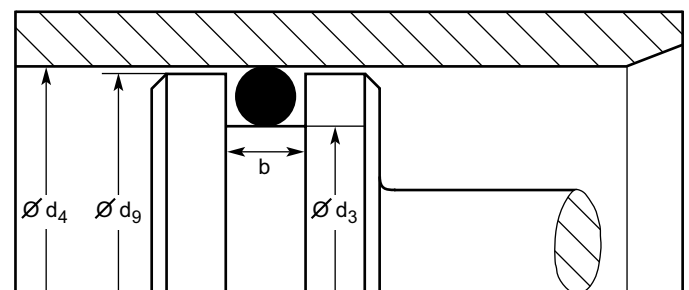


Fig. 3.13 Joint de piston - compression radiale

Conception flottante - aucune compression

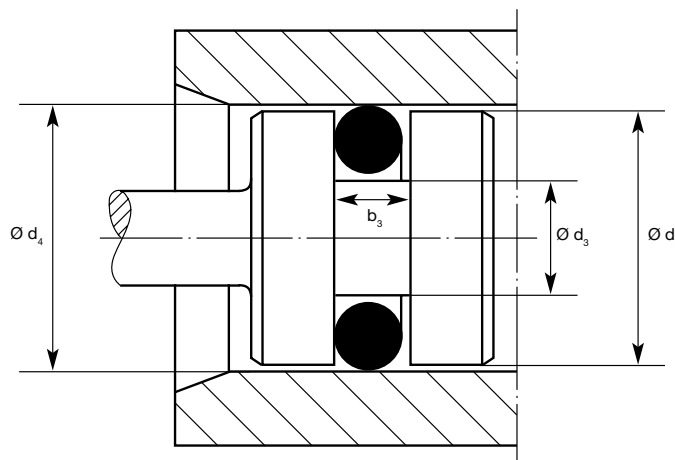


Fig. 3.15 Conception flottante - aucune déformation

Joint de tige - compression radiale

Assemblage du joint torique à l'extérieur de l'élément

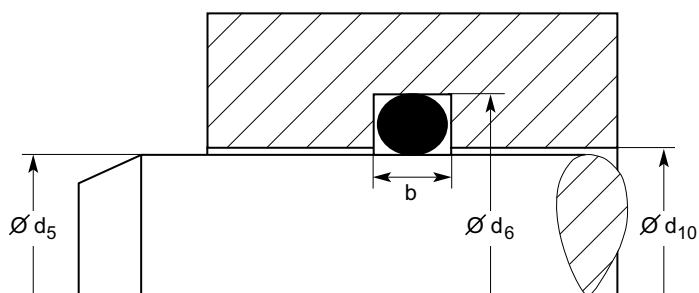
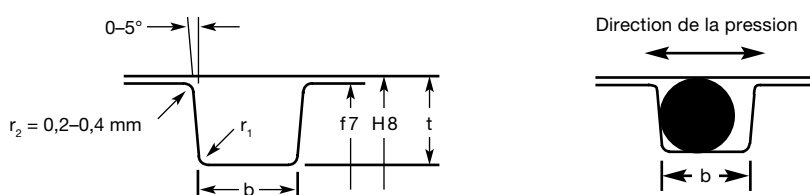


Fig. 3.14 Joint de tige - compression radiale



Section d_2	Profondeur du logement t	Compression	Compression	Largeur de gorge b sans bague anti-extrusion	Rayon r_1
[mm]	[mm]	[mm]	[%]	[mm]	[mm]
1,78 $\pm 0,08$	1,55	0,07 - 0,43	4 - 23	2,40 - 2,60	0,20 - 0,40
2,62 $\pm 0,09$	2,35	0,11 - 0,49	4 - 18	3,60 - 3,80	0,20 - 0,40
3,53 $\pm 0,10$	3,15	0,15 - 0,60	4 - 16	4,80 - 5,00	0,40 - 0,80
5,33 $\pm 0,13$	4,85	0,22 - 0,73	4 - 13	7,20 - 7,40	0,40 - 0,80
6,99 $\pm 0,15$	6,40	0,30 - 0,75	4 - 10	9,60 - 9,80	0,40 - 0,80

Tab. 3.8

3

3 Recommandations en matière de conception

3.2.5 Pneumatique - joint de piston dynamique

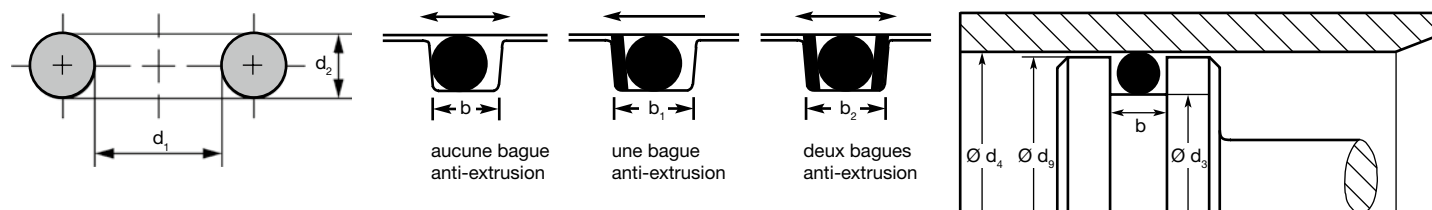


Fig. 3.16

N° Parker	d ₁	d ₂	b +0,2 0	b ₃ +0,2 0	d ₃ h9	d ₄ H8	d ₉ f7
2-006	2,9	1,78	2,4	2	3,1	6	6
2-007	3,68	1,78	2,4	2	3,6	6,5	6,5
6-166	3,9	1,8	2,4	2	4,1	7	7
2-008	4,47	1,78	2,4	2	4,6	7,5	7,5
5-581	4,9	1,9	2,4	2	4,9	8	8
2-009	5,28	1,78	2,4	2	5,6	8,5	8,5
2-010	6,07	1,78	2,4	2	6,1	9	9
5-052	6,86	1,78	2,4	2	7,1	10	10
2-011	7,65	1,78	2,4	2	7,6	10,5	10,5
5-585	8	1,88	2,4	2	8,1	11	11
5-612	8,74	1,78	2,4	2	9,1	12	12
2-012	9,25	1,78	2,4	2	9,6	12,5	12,5
5-212	9,75	1,78	2,4	2	10,1	13	13
2-013	10,82	1,78	2,4	2	11,1	14	14
6-366	11,89	1,78	2,4	2	12,1	15	15
2-014	12,42	1,78	2,4	2	13,1	16	16
2-015	14	1,78	2,4	2	14,1	17	17
6-085	15	1,8	2,4	2	15,1	18	18
2-016	15,6	1,78	2,4	2	16,1	19	19
2-017	17,17	1,78	2,4	2	17,1	20	20
2-110	9,19	2,62	3,6	3	9,5	14	14
5-614	9,93	2,62	3,6	3	10,5	15	15
2-111	10,77	2,62	3,6	3	11,5	16	16
5-615	11,91	2,62	3,6	3	12	16,5	16,5
2-112	12,37	2,62	3,6	3	12,5	17	17
5-616	13,11	2,62	3,6	3	13,5	18	18
2-113	13,94	2,62	3,6	3	14,5	19	19
5-239	14,48	2,69	3,6	3	15	19,5	19,5
2-114	15,54	2,62	3,6	3	15,5	20	20
5-617	15,88	2,62	3,6	3	16,5	21	21
2-115	17,12	2,62	3,6	3	17,5	22	22
5-256	17,96	2,62	3,6	3	18,5	23	23
2-116	18,76	2,62	3,6	3	19,5	24	24
2-117	20,29	2,62	3,6	3	20,5	25	25
2-118	21,89	2,62	3,6	3	22,5	27	27
2-119	23,47	2,62	3,6	3	23,5	28	28
2-120	25,07	2,62	3,6	3	25,5	30	30
2-121	26,64	2,62	3,6	3	27,5	32	32

N° Parker	d ₁	d ₂	b +0,2 0	b ₃ +0,2 0	d ₃ h9	d ₄ H8	d ₉ f7
2-122	28,24	2,62	3,6	3	28,5	33	33
2-123	29,82	2,62	3,6	3	30,5	35	35
2-124	31,42	2,62	3,6	3	31,5	36	36
2-125	32,99	2,62	3,6	3	33,5	38	38
2-126	34,55	2,62	3,6	3	35,5	40	40
2-127	36,17	2,62	3,6	3	36,5	41	41
2-128	37,77	2,62	3,6	3	38,5	43	43
2-210	18,64	3,53	4,8	4	18,5	25	25
5-595	19,8	3,6	4,8	4	20	26	26
2-211	20,22	3,53	4,8	4	20,9	27	27
2-212	21,82	3,53	4,8	4	21,9	28	28
2-213	23,39	3,53	4,8	4	23,9	30	30
2-214	24,99	3,53	4,8	4	24,9	31	31
5-618	25,81	3,53	4,8	4	25,9	32	32
2-215	26,57	3,53	4,8	4	26,9	33	33
2-216	28,17	3,53	4,8	4	28,9	35	35
2-217	29,74	3,53	4,8	4	29,9	36	36
2-218	31,34	3,53	4,8	4	31,9	38	38
2-219	32,92	3,53	4,8	4	33,9	40	40
2-220	34,52	3,53	4,8	4	35,9	42	42
2-221	36,09	3,53	4,8	4	36,9	43	43
2-222	37,69	3,53	4,8	4	38,9	45	45
5-321	39,6	3,53	4,8	4	39,9	46	46
2-223	40,87	3,53	4,8	4	41,9	48	48
2-224	44,04	3,53	4,8	4	43,9	50	50
5-035	45,36	3,53	4,8	4	45,9	52	52
2-225	47,22	3,53	4,8	4	47,9	54	54
5-701	49,2	3,53	4,8	4	49,9	56	56
2-226	50,39	3,53	4,8	4	50,9	57	57
2-227	53,57	3,53	4,8	4	53,9	60	60
2-228	56,74	3,53	4,8	4	56,9	63	63
2-229	59,92	3,53	4,8	4	59,9	66	66
2-230	63,09	3,53	4,8	4	63,9	70	70
2-231	66,27	3,53	4,8	4	66,9	73	73
2-232	69,44	3,53	4,8	4	69,9	76	76
2-233	72,62	3,53	4,8	4	73,9	80	80
2-234	75,79	3,53	4,8	4	76,9	83	83
2-235	78,97	3,53	4,8	4	79,9	86	86

3 Recommandations en matière de conception

N° Parker	d ₁	d ₂	b		d ₃	d ₄	d ₉
			+0,2	+0,2			
			0	0			
2-236	82,14	3,53	4,8	4	83,9	90	90
2-237	85,32	3,53	4,8	4	85,9	92	92
2-238	88,49	3,53	4,8	4	89,9	96	96
2-239	91,67	3,53	4,8	4	93,9	100	100
2-240	94,84	3,53	4,8	4	95,9	102	102
2-241	98,02	3,53	4,8	4	98,9	105	105
2-242	101,19	3,53	4,8	4	103,9	110	110
2-243	104,37	3,53	4,8	4	105,9	112	112
2-244	107,54	3,53	4,8	4	108,9	115	115
2-245	110,72	3,53	4,8	4	113,9	120	120
2-246	113,89	3,53	4,8	4	115,9	122	122
2-247	117,07	3,53	4,8	4	118,9	125	125
2-248	120,24	3,53	4,8	4	121,9	128	128
2-249	123,42	3,53	4,8	4	123,9	130	130
2-250	126,59	3,53	4,8	4	128,9	135	135
2-251	129,77	3,53	4,8	4	131,9	138	138
2-252	132,94	3,53	4,8	4	133,9	140	140
2-253	136,12	3,53	4,8	4	138,9	145	145
2-254	139,29	3,53	4,8	4	141,9	148	148
2-255	142,47	3,53	4,8	4	143,9	150	150
2-256	145,64	3,53	4,8	4	148,9	155	155
2-257	148,82	3,53	4,8	4	150,9	157	157
2-258	151,99	3,53	4,8	4	153,9	160	160
2-259	158,34	3,53	4,8	4	158,9	165	165
2-260	164,69	3,53	4,8	4	168,9	175	175
2-261	171,04	3,53	4,8	4	173,9	180	180
2-262	177,39	3,53	4,8	4	178,9	185	185
2-263	183,84	3,53	4,8	4	183,9	190	190
2-264	190,09	3,53	4,8	4	193,9	200	200
2-325	37,47	5,33	7,2	6	38,6	48	48
2-326	40,64	5,33	7,2	6	40,6	50	50
5-330	42,52	5,33	7,2	6	42,6	52	52
2-327	43,82	5,33	7,2	6	45,6	55	55
2-328	46,99	5,33	7,2	6	48,6	58	58
2-329	50,17	5,33	7,2	6	50,6	60	60
2-330	53,34	5,33	7,2	6	53,6	63	63
2-331	56,52	5,33	7,2	6	58,6	68	68
2-332	59,69	5,33	7,2	6	60,6	70	70
2-333	62,87	5,33	7,2	6	63,6	73	73
2-334	66,04	5,33	7,2	6	66,6	76	76
2-335	69,22	5,33	7,2	6	70,6	80	80
2-336	72,39	5,33	7,2	6	73,6	83	83
2-337	75,57	5,33	7,2	6	76,6	86	86
2-338	78,74	5,33	7,2	6	80,6	90	90
2-339	81,92	5,33	7,2	6	82,6	92	92
2-340	85,09	5,33	7,2	6	85,6	95	95
2-341	88,27	5,33	7,2	6	91,6	100	100
2-342	91,44	5,33	7,2	6	92,6	102	102

N° Parker	d ₁	d ₂	b		d ₃	d ₄	d ₉
			+0,2	+0,2			
			0	0			
2-343	94,62	5,33	7,2	6	95,6	105	105
2-344	97,79	5,33	7,2	6	100,6	110	110
2-345	100,97	5,33	7,2	6	102,6	112	112
2-346	104,14	5,33	7,2	6	105,6	115	115
2-347	107,32	5,33	7,2	6	108,6	118	118
2-348	110,49	5,33	7,2	6	110,6	120	120
2-349	113,67	5,33	7,2	6	115,4	125	125
2-350	116,84	5,33	7,2	6	118,4	128	128
2-351	120,02	5,33	7,2	6	120,4	130	130
2-352	123,19	5,33	7,2	6	125,4	135	135
2-353	126,37	5,33	7,2	6	128,4	138	138
2-354	129,54	5,33	7,2	6	130,4	140	140
2-355	132,72	5,33	7,2	6	134,4	145	145
2-356	135,89	5,33	7,2	6	138,4	148	148
2-357	139,07	5,33	7,2	6	140,4	150	150
2-358	142,24	5,33	7,2	6	145,4	155	155
2-359	145,42	5,33	7,2	6	148,4	158	158
2-360	148,59	5,33	7,2	6	150,4	160	160
2-361	151,77	5,33	7,2	6	155,4	165	165
2-362	158,12	5,33	7,2	6	158,4	168	168
2-363	164,47	5,33	7,2	6	165,4	175	175
2-364	170,82	5,33	7,2	6	170,4	180	180
2-365	177,17	5,33	7,2	6	178,4	188	188
2-366	183,52	5,33	7,2	6	185,4	195	195
2-367	189,87	5,33	7,2	6	190,4	200	200
2-368	196,22	5,33	7,2	6	200,4	210	210
2-369	202,57	5,33	7,2	6	205,4	215	215
2-370	208,92	5,33	7,2	6	210,4	220	220
2-371	215,27	5,33	7,2	6	215,4	225	225
2-372	221,62	5,33	7,2	6	225,4	235	235
2-373	227,97	5,33	7,2	6	230,4	240	240
2-374	234,32	5,33	7,2	6	235,4	245	245
2-375	240,67	5,33	7,2	6	240,4	250	250
2-444	196,22	6,99	9,6	8	197,4	210	210
2-445	202,57	6,99	9,6	8	207,4	220	220
2-446	215,27	6,99	9,6	8	217,4	230	230
2-447	227,97	6,99	9,6	8	227,4	240	240
2-448	240,67	6,99	9,6	8	247,4	260	260

Tab. 3.9

3 Recommandations en matière de conception

3.2.6 Pneumatique - joint de tige dynamique

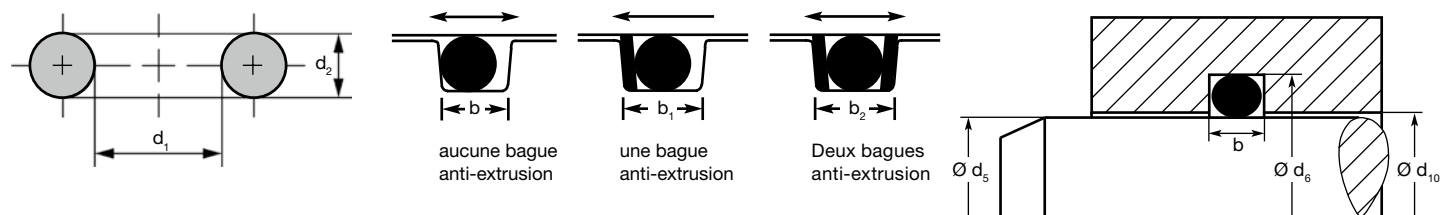


Fig. 3.17

N° Parker	d ₁	d ₂	b +0,2 0	b ₃ +0,2 0	d ₅ f7	d ₆ H9	d ₁₀ H8
2-006	2,9	1,78	2,4	2	3	5,9	3
2-007	3,68	1,78	2,4	2	3,5	6,4	3,5
6-166	3,9	1,8	2,4	2	4	6,9	4
2-008	4,47	1,78	2,4	2	4,5	7,4	4,5
5-581	4,9	1,9	2,4	2	5	8,1	5
2-009	5,28	1,78	2,4	2	5,5	8,4	5,5
2-010	6,07	1,78	2,4	2	6	8,9	6
5-052	6,86	1,78	2,4	2	7	9,9	7
2-011	7,65	1,78	2,4	2	7,5	10,4	7,5
5-585	8	1,88	2,4	2	8	11,1	8
5-612	8,74	1,78	2,4	2	9	11,9	9
2-012	9,25	1,78	2,4	2	9,5	12,4	9,5
5-212	9,75	1,78	2,4	2	10	12,9	10
2-013	10,82	1,78	2,4	2	11	13,9	11
6-366	11,89	1,78	2,4	2	12	14,9	12
2-014	12,42	1,78	2,4	2	12,5	15,4	12,5
2-015	14	1,78	2,4	2	14	16,9	14
6-085	15	1,8	2,4	2	15	17,9	15
2-016	15,6	1,78	2,4	2	16	18,9	16
2-017	17,17	1,78	2,4	2	17	19,9	17
2-110	9,19	2,62	3,6	3	9,5	14	9,5
5-614	9,93	2,62	3,6	3	10	14,5	10
2-111	10,77	2,62	3,6	3	11	15,5	11
5-615	11,91	2,62	3,6	3	12	16,5	12
2-112	12,37	2,62	3,6	3	12,5	17	12,5
5-616	13,11	2,62	3,6	3	13	17,5	13
2-113	13,94	2,62	3,6	3	14	18,5	14
5-239	14,48	2,69	3,6	3	14,5	19	14,5
2-114	15,54	2,62	3,6	3	15,5	20	15,5
5-617	15,88	2,62	3,6	3	16	20,5	16
2-115	17,12	2,62	3,6	3	17	21,5	17
5-256	17,96	2,62	3,6	3	18	22,5	18
2-116	18,76	2,62	3,6	3	19	23,5	19
2-117	20,29	2,62	3,6	3	20	24,5	20
2-118	21,89	2,62	3,6	3	22	26,5	22
2-119	23,47	2,62	3,6	3	24	28,5	24
2-120	25,07	2,62	3,6	3	25	29,5	25
2-121	26,64	2,62	3,6	3	27	31,5	27

N° Parker	d ₁	d ₂	b +0,2 0	b ₃ +0,2 0	d ₅ f7	d ₆ H9	d ₁₀ H8
2-122	28,24	2,62	3,6	3	28	32,5	28
2-123	29,82	2,62	3,6	3	30	34,5	30
2-124	31,42	2,62	3,6	3	32	36,5	32
2-125	32,99	2,62	3,6	3	33	37,5	33
2-126	34,55	2,62	3,6	3	35	39,5	35
2-127	36,17	2,62	3,6	3	36	40,5	36
2-128	37,77	2,62	3,6	3	38	42,5	38
2-210	18,64	3,53	4,8	4	19	25,1	19
5-595	19,8	3,6	4,8	4	20	26,2	20
2-211	20,22	3,53	4,8	4	20	26,1	20
2-212	21,82	3,53	4,8	4	22	28,1	22
2-213	23,39	3,53	4,8	4	24	30,1	24
2-214	24,99	3,53	4,8	4	25	31,1	25
5-618	25,81	3,53	4,8	4	26	32,1	26
2-215	26,57	3,53	4,8	4	27	33,1	27
2-216	28,17	3,53	4,8	4	28	34,1	28
2-217	29,74	3,53	4,8	4	30	36,1	30
2-218	31,34	3,53	4,8	4	32	38,1	32
2-219	32,92	3,53	4,8	4	33	39,1	33
2-220	34,52	3,53	4,8	4	35	41,1	35
2-221	36,09	3,53	4,8	4	36	42,1	36
2-222	37,69	3,53	4,8	4	38	44,1	38
5-321	39,6	3,53	4,8	4	40	46,1	40
2-223	40,87	3,53	4,8	4	41	47,1	41
2-224	44,04	3,53	4,8	4	44	50,1	44
5-035	45,36	3,53	4,8	4	45	51,1	45
2-225	47,22	3,53	4,8	4	47	53,1	47
5-701	49,2	3,53	4,8	4	49	55,1	49
2-226	50,39	3,53	4,8	4	50	56,1	50
2-227	53,57	3,53	4,8	4	54	60,1	54
2-228	56,74	3,53	4,8	4	56	62,1	56
2-229	59,92	3,53	4,8	4	60	66,1	60
2-230	63,09	3,53	4,8	4	63	69,1	63
2-231	66,27	3,53	4,8	4	66	72,1	66
2-232	69,44	3,53	4,8	4	70	76,1	70
2-233	72,62	3,53	4,8	4	73	79,1	73
2-234	75,79	3,53	4,8	4	76	82,1	76
2-235	78,97	3,53	4,8	4	80	86,1	80

3 Recommandations en matière de conception

N° Parker	d ₁	d ₂	b		d ₅	d ₆	d ₁₀
			+0,2	+0,2			
			0	0			
				f7	H9	H8	
2-236	82,14	3,53	4,8	4	82	88,1	82
2-237	85,32	3,53	4,8	4	85	91,1	85
2-238	88,49	3,53	4,8	4	88	94,1	88
2-239	91,67	3,53	4,8	4	92	98,1	92
2-240	94,84	3,53	4,8	4	95	101,1	95
2-241	98,02	3,53	4,8	4	98	104,1	98
2-242	101,19	3,53	4,8	4	100	106,1	100
2-243	104,37	3,53	4,8	4	105	111,1	105
2-244	107,54	3,53	4,8	4	108	113,9	108
2-245	110,72	3,53	4,8	4	110	116,1	110
2-246	113,89	3,53	4,8	4	114	120,1	114
2-247	117,07	3,53	4,8	4	117	123,1	117
2-248	120,24	3,53	4,8	4	120	126,1	120
2-249	123,42	3,53	4,8	4	125	131,1	125
2-250	126,59	3,53	4,8	4	127	133,1	127
2-251	129,77	3,53	4,8	4	130	136,1	130
2-252	132,94	3,53	4,8	4	133	139,1	133
2-253	136,12	3,53	4,8	4	136	142,1	136
2-254	139,29	3,53	4,8	4	140	146,1	140
2-255	142,47	3,53	4,8	4	142	148,1	142
2-256	145,64	3,53	4,8	4	145	151,1	145
2-257	148,82	3,53	4,8	4	150	156,1	150
2-258	151,99	3,53	4,8	4	152	158,1	152
2-259	158,34	3,53	4,8	4	160	166,1	160
2-260	164,69	3,53	4,8	4	165	171,1	165
2-261	171,04	3,53	4,8	4	170	176,1	170
2-262	177,39	3,53	4,8	4	178	184,1	178
2-263	183,84	3,53	4,8	4	184	190,1	184
2-264	190,09	3,53	4,8	4	190	196,1	190
2-325	37,47	5,33	7,2	6	38	47,4	38
2-326	40,64	5,33	7,2	6	42	51,4	42
5-330	42,52	5,33	7,2	6	43	52,4	43
2-327	43,82	5,33	7,2	6	45	54,4	45
2-328	46,99	5,33	7,2	6	48	57,4	48
2-329	50,17	5,33	7,2	6	50	59,4	50
2-330	53,34	5,33	7,2	6	54	63,4	54
2-331	56,52	5,33	7,2	6	56	65,4	56
2-332	59,69	5,33	7,2	6	60	69,4	60
2-333	62,87	5,33	7,2	6	63	72,4	63
2-334	66,04	5,33	7,2	6	66	75,4	66
2-335	69,22	5,33	7,2	6	70	79,4	70
2-336	72,39	5,33	7,2	6	73	82,4	73
2-337	75,57	5,33	7,2	6	76	85,4	76
2-338	78,74	5,33	7,2	6	80	89,4	80
2-339	81,92	5,33	7,2	6	82	91,4	82
2-340	85,09	5,33	7,2	6	85	94,4	85
2-341	88,27	5,33	7,2	6	90	99,4	90
2-342	91,44	5,33	7,2	6	92	101,4	92

N° Parker	d ₁	d ₂	b		d ₅	d ₆	d ₁₀
			+0,2	+0,2			
			0	0			
				f7	H9	H8	
2-343	94,62	5,33	7,2	6	95	104,4	95
2-344	97,79	5,33	7,2	6	98	107,4	98
2-345	100,97	5,33	7,2	6	100	109,4	100
2-346	104,14	5,33	7,2	6	105	114,4	105
2-347	107,32	5,33	7,2	6	108	117,4	108
2-348	110,49	5,33	7,2	6	110	119,4	110
2-349	113,67	5,33	7,2	6	115	124,4	115
2-350	116,84	5,33	7,2	6	118	127,4	118
2-351	120,02	5,33	7,2	6	120	129,4	120
2-352	123,19	5,33	7,2	6	125	134,4	125
2-353	126,37	5,33	7,2	6	128	137,4	128
2-354	129,54	5,33	7,2	6	130	139,4	130
2-355	132,72	5,33	7,2	6	133	142,4	133
2-356	135,89	5,33	7,2	6	135	144,4	135
2-357	139,07	5,33	7,2	6	140	149,4	140
2-358	142,24	5,33	7,2	6	143	152,4	143
2-359	145,42	5,33	7,2	6	145	154,4	145
2-360	148,59	5,33	7,2	6	150	159,4	150
2-361	151,77	5,33	7,2	6	152	161,4	152
2-362	158,12	5,33	7,2	6	158	167,4	158
2-363	164,47	5,33	7,2	6	165	174,4	165
2-364	170,82	5,33	7,2	6	170	179,4	170
2-365	177,17	5,33	7,2	6	178	187,4	178
2-366	183,52	5,33	7,2	6	185	194,4	185
2-367	189,87	5,33	7,2	6	190	199,4	190
2-368	196,22	5,33	7,2	6	195	204,4	195
2-369	202,57	5,33	7,2	6	200	209,4	200
2-370	208,92	5,33	7,2	6	210	219,4	210
2-371	215,27	5,33	7,2	6	215	224,4	215
2-372	221,62	5,33	7,2	6	220	229,4	220
2-373	227,97	5,33	7,2	6	228	237,4	228
2-374	234,32	5,33	7,2	6	235	244,4	235
2-375	240,67	5,33	7,2	6	240	249,4	240
2-444	196,22	6,99	9,6	8	195	207,6	195
2-445	202,57	6,99	9,6	8	200	212,6	200
2-446	215,27	6,99	9,6	8	215	227,6	215
2-447	227,97	6,99	9,6	8	230	242,6	230
2-448	240,67	6,99	9,6	8	240	252,6	240

Tab. 3.10

3 Recommandations en matière de conception

3.2.7 Pneumatique - assemblage flottant dynamique

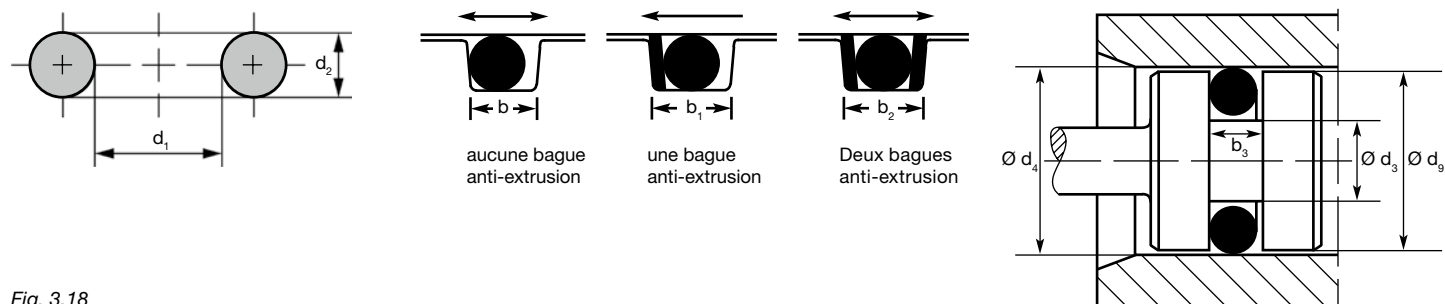


Fig. 3.18

N° Parker	d ₁	d ₂	b +0,2 0	b ₃ +0,2 0	d ₃ h8	d ₄ H8	d ₉ f7
2-006	2,9	1,78	2,4	2	2	6	6
2-007	3,68	1,78	2,4	2	3	7	7
6-166	3,9	1,8	2,4	2	3,2	7,2	7,2
2-008	4,47	1,78	2,4	2	3,5	7,5	7,5
5-581	4,9	1,9	2,4	2	4	8	8
2-009	5,28	1,78	2,4	2	4,5	8,5	8,5
2-010	6,07	1,78	2,4	2	5,5	9,5	9,5
5-052	6,86	1,78	2,4	2	6	10	10
2-011	7,65	1,78	2,4	2	7	11	11
5-585	8	1,88	2,4	2	7,5	11,5	11,5
5-612	8,74	1,78	2,4	2	8	12	12
2-012	9,25	1,78	2,4	2	8,5	12,5	12,5
5-212	9,75	1,78	2,4	2	9	13	13
2-013	10,82	1,78	2,4	2	10	14	14
6-366	11,89	1,78	2,4	2	11	15	15
2-014	12,42	1,78	2,4	2	11,5	15,5	15,5
2-015	14	1,78	2,4	2	13	17	17
6-085	15	1,8	2,4	2	14	18	18
2-016	15,6	1,78	2,4	2	15	19	19
2-017	17,17	1,78	2,4	2	16	20	20
2-110	9,19	2,62	3,6	3	8,2	14	14
5-614	9,93	2,62	3,6	3	8,7	14,5	14,5
2-111	10,77	2,62	3,6	3	9,7	15,5	15,5
5-615	11,91	2,62	3,6	3	10,7	16,5	16,5
2-112	12,37	2,62	3,6	3	11,2	17	17
5-616	13,11	2,62	3,6	3	12,2	18	18
2-113	13,94	2,62	3,6	3	12,7	18,5	18,5
5-239	14,48	2,69	3,6	3	13,7	19,5	19,5
2-114	15,54	2,62	3,6	3	14,2	20	20
5-617	15,88	2,62	3,6	3	14,7	20,5	20,5
2-115	17,12	2,62	3,6	3	16,2	22	22
5-256	17,96	2,62	3,6	3	16,7	22,5	22,5
2-116	18,76	2,62	3,6	3	17,7	23,5	23,5
2-117	20,29	2,62	3,6	3	19,2	25	25
2-118	21,89	2,62	3,6	3	20,7	26,5	26,5
2-119	23,47	2,62	3,6	3	22,2	28	28

N° Parker	d ₁	d ₂	b +0,2 0	b ₃ +0,2 0	d ₃ h8	d ₄ H8	d ₉ f7
2-120	25,07	2,62	3,6	3	24,2	30	30
2-121	26,64	2,62	3,6	3	25,7	31,5	31,5
2-122	28,24	2,62	3,6	3	27,2	33	33
2-123	29,82	2,62	3,6	3	28,7	34,5	34,5
2-124	31,42	2,62	3,6	3	30,2	36	36
2-125	32,99	2,62	3,6	3	31,7	37,5	37,5
2-126	34,55	2,62	3,6	3	33,2	39	39
2-127	36,17	2,62	3,6	3	34,2	40	40
2-128	37,77	2,62	3,6	3	36,2	42	42
2-210	18,64	3,53	4,8	4	17,4	25	25
5-595	19,8	3,6	4,8	4	18,4	26	26
2-211	20,22	3,53	4,8	4	18,9	26,5	26,5
2-212	21,82	3,53	4,8	4	20,4	28	28
2-213	23,39	3,53	4,8	4	22,4	30	30
2-214	24,99	3,53	4,8	4	23,9	31,5	31,5
5-618	25,81	3,53	4,8	4	24,4	32	32
2-215	26,57	3,53	4,8	4	25,4	33	33
2-216	28,17	3,53	4,8	4	26,9	34,5	34,5
2-217	29,74	3,53	4,8	4	28,4	36	36
2-218	31,34	3,53	4,8	4	29,9	37,5	37,5
2-219	32,92	3,53	4,8	4	31,9	39,5	39,5
2-220	34,52	3,53	4,8	4	33,4	41	41
2-221	36,09	3,53	4,8	4	34,9	42,5	42,5
2-222	37,69	3,53	4,8	4	36,4	44	44
5-321	39,6	3,53	4,8	4	38,4	46	46
2-223	40,87	3,53	4,8	4	39,4	47	47
2-224	44,04	3,53	4,8	4	42,4	50	50
5-035	45,36	3,53	4,8	4	43,9	51,5	51,5
2-225	47,22	3,53	4,8	4	45,9	53,5	53,5
5-701	49,2	3,53	4,8	4	47,4	55	55
2-226	50,39	3,53	4,8	4	48,9	56,5	56,5
2-227	53,57	3,53	4,8	4	52,4	60	60
2-228	56,74	3,53	4,8	4	55,4	63	63
2-229	59,92	3,53	4,8	4	58,4	66	66
2-230	63,09	3,53	4,8	4	61,4	69	69
2-231	66,27	3,53	4,8	4	64,4	72	72

3 Recommandations en matière de conception

N° Parker	d ₁	d ₂	b		d ₃	d ₄	d ₉
			+0,2	+0,2			
			0	0			
2-232	69,44	3,53	4,8	4	68,4	76	76
2-233	72,62	3,53	4,8	4	71,4	79	79
2-234	75,79	3,53	4,8	4	74,4	82	82
2-235	78,97	3,53	4,8	4	77,4	85	85
2-236	82,14	3,53	4,8	4	80,4	88	88
2-237	85,32	3,53	4,8	4	83,4	91	91
2-238	88,49	3,53	4,8	4	86,4	94	94
2-239	91,67	3,53	4,8	4	89,4	97	97
2-240	94,84	3,53	4,8	4	92,4	100	100
2-241	98,02	3,53	4,8	4	96,4	104	104
2-242	101,19	3,53	4,8	4	99,4	107	107
2-243	104,37	3,53	4,8	4	102,4	110	110
2-244	107,54	3,53	4,8	4	105,4	113	113
2-245	110,72	3,53	4,8	4	108,4	116	116
2-246	113,89	3,53	4,8	4	112,4	120	120
2-247	117,07	3,53	4,8	4	115,4	123	123
2-248	120,24	3,53	4,8	4	118,4	126	126
2-249	123,42	3,53	4,8	4	121,4	129	129
2-250	126,59	3,53	4,8	4	124,4	132	132
2-251	129,77	3,53	4,8	4	128,4	136	136
2-252	132,94	3,53	4,8	4	131,4	139	139
2-253	136,12	3,53	4,8	4	134,4	142	142
2-254	139,29	3,53	4,8	4	137,4	145	145
2-255	142,47	3,53	4,8	4	140,4	148	148
2-256	145,64	3,53	4,8	4	142,4	150	150
2-257	148,82	3,53	4,8	4	146,4	154	154
2-258	151,99	3,53	4,8	4	149,4	157	157
2-259	158,34	3,53	4,8	4	156,4	164	164
2-260	164,69	3,53	4,8	4	162,4	170	170
2-261	171,04	3,53	4,8	4	168,4	176	176
2-262	177,39	3,53	4,8	4	174,4	182	182
2-263	183,84	3,53	4,8	4	184,4	189	189
2-264	190,09	3,53	4,8	4	190,4	195	195
2-325	37,47	5,33	7,2	6	35,8	47	47
2-326	40,64	5,33	7,2	6	38,8	50	50
5-330	42,52	5,33	7,2	6	40,8	52	52
2-327	43,82	5,33	7,2	6	41,8	53	53
2-328	46,99	5,33	7,2	6	44,8	56	56
2-329	50,17	5,33	7,2	6	47,8	59	59
2-330	53,34	5,33	7,2	6	51,8	63	63
2-331	56,52	5,33	7,2	6	54,8	66	66
2-332	59,69	5,33	7,2	6	57,8	69	69
2-333	62,87	5,33	7,2	6	60,8	72	72
2-334	66,04	5,33	7,2	6	63,8	75	75
2-335	69,22	5,33	7,2	6	66,8	78	78
2-336	72,39	5,33	7,2	6	70,8	82	82
2-337	75,57	5,33	7,2	6	73,8	85	85
2-338	78,74	5,33	7,2	6	76,8	88	88

N° Parker	d ₁	d ₂	b		d ₃	d ₄	d ₉
			+0,2	+0,2			
			0	0			
2-339	81,92	5,33	7,2	6	79,8	91	91
2-340	85,09	5,33	7,2	6	82,8	94	94
2-341	88,27	5,33	7,2	6	85,8	97	97
2-342	91,44	5,33	7,2	6	88,8	100	100
2-343	94,62	5,33	7,2	6	92,8	104	104
2-344	97,79	5,33	7,2	6	96,8	108	108
2-345	100,97	5,33	7,2	6	98,8	110	110
2-346	104,14	5,33	7,2	6	101,8	113	113
2-347	107,32	5,33	7,2	6	104,8	116	116
2-348	110,49	5,33	7,2	6	108,8	120	120
2-349	113,67	5,33	7,2	6	110,8	122	122
2-350	116,84	5,33	7,2	6	114,8	126	126
2-351	120,02	5,33	7,2	6	117,8	129	129
2-352	123,19	5,33	7,2	6	120,8	132	132
2-353	126,37	5,33	7,2	6	123,8	135	135
2-354	129,54	5,33	7,2	6	126,8	138	138
2-355	132,72	5,33	7,2	6	130,8	142	142
2-356	135,89	5,33	7,2	6	133,8	145	145
2-357	139,07	5,33	7,2	6	136,8	148	148
2-358	142,24	5,33	7,2	6	139,8	151	151
2-359	145,42	5,33	7,2	6	142,8	154	154
2-360	148,59	5,33	7,2	6	145,8	157	157
2-361	151,77	5,33	7,2	6	149,8	161	161
2-362	158,12	5,33	7,2	6	155,8	167	167
2-363	164,47	5,33	7,2	6	161,8	173	173
2-364	170,82	5,33	7,2	6	168,8	180	180
2-365	177,17	5,33	7,2	6	176,8	186	186
2-366	183,52	5,33	7,2	6	180,8	192	192
2-367	189,87	5,33	7,2	6	186,8	198	198
2-368	196,22	5,33	7,2	6	193,8	205	205
2-369	202,57	5,33	7,2	6	198,8	210	210
2-370	208,92	5,33	7,2	6	205,8	217	217
2-371	215,27	5,33	7,2	6	212,8	224	224
2-372	221,62	5,33	7,2	6	218,8	230	230
2-373	227,97	5,33	7,2	6	224,8	236	236
2-374	234,32	5,33	7,2	6	231,8	243	243
2-375	240,67	5,33	7,2	6	236,8	248	248
2-444	196,22	6,99	9,6	8	193,4	208	208
2-445	202,57	6,99	9,6	8	200,4	215	215
2-446	215,27	6,99	9,6	8	210,4	225	225
2-447	227,97	6,99	9,6	8	225,4	240	240
2-448	240,67	6,99	9,6	8	235,4	250	250

Tab. 3.11

3

3 Recommandations en matière de conception

4 Joints toriques et bagues anti-extrusion Parbak®

4.1 Joint torique dimension

En tant que fabricant, Parker peut produire toute taille de joint torique désirée. Il est cependant plus économique de choisir parmi les tailles standards disponibles en stock, en particulier dans notre série 2-xxx dont la liste des références figure ci-dessous. Notre série 2-xxx est conforme à la norme américaine AS568 B reconnue internationalement. Ces tailles de section ont également été adoptées par la norme DIN ISO 3601-1.

Caractéristiques de la série 2-xxx

La série 2-xxx de Parker offre les avantages suivants.

1. Les matières suivantes sont disponibles en stock :
N0674-70 (NBR, 70 Shore A)
N0552-90 (NBR, 90 Shore A)
E0540-80 (EPDM, 80 Shore A)
V0747-75 (FKM, 75 Shore A)
2. Pour chaque joint torique de la série 2-xxx, une bague anti-extrusion Parbak® adaptée est disponible. Ceci est particulièrement important dans le cas de hautes pressions de la (voir la section Bagues Parbak®).
3. Les joints toriques de la série 2-xxx correspondent à la norme ISO 3601.

Tailles 2-0xx : section $d_2 = 1,78$ mm

N° Parker	Diamètre intérieur d	Section d_2
2-001*	0,74	1,02
2-002*	1,07	1,27
2-003*	1,42	1,52
2-004	1,78	1,78
2-005	2,57	1,78
2-006	2,9	1,78
2-007	3,68	1,78
2-008	4,47	1,78
2-009	5,28	1,78
2-010	6,07	1,78
2-011	7,65	1,78
2-012	9,25	1,78
2-013	10,82	1,78
2-014	12,42	1,78
2-015	14	1,78
2-016	15,6	1,78
2-017	17,17	1,78
2-018	18,17	1,78
2-019	20,35	1,78
2-020	21,95	1,78
2-021	23,52	1,78
2-022	25,12	1,78
2-023	26,7	1,78
2-024	28,3	1,78
2-025	29,87	1,78
2-026	31,47	1,78

N° Parker	Diamètre intérieur d	Section d_2
2-027	33,05	1,78
2-028	34,65	1,78
2-029	37,82	1,78
2-030	41	1,78
2-031	44,17	1,78
2-032	47,35	1,78
2-033	50,52	1,78
2-034	53,7	1,78
2-035	56,87	1,78
2-036	60,05	1,78
2-037	63,22	1,78
2-038	66,4	1,78
2-039	69,57	1,78
2-040	72,75	1,78
2-041	75,92	1,78
2-042	82,27	1,78
2-043	88,62	1,78
2-044	94,97	1,78
2-045	101,32	1,78
2-046	107,67	1,78
2-047	114,02	1,78
2-048	120,37	1,78
2-049	126,72	1,78
2-050	133,07	1,78

* Veuillez noter les différentes sections pour ces tailles.

Tab. 4.1 Tailles 2-0xx

Tailles 2-1xx : section $d_2 = 2,62$ mm

N° Parker	Diamètre intérieur d	Section d_2
2-102	1,24	2,62
2-103	2,06	2,62
2-104	2,84	2,62
2-105	3,63	2,62
2-106	4,42	2,62
2-107	5,23	2,62
2-108	6,02	2,62
2-109	7,59	2,62
2-110	9,19	2,62
2-111	10,77	2,62
2-112	12,37	2,62
2-113	13,94	2,62
2-114	15,54	2,62
2-115	17,12	2,62
2-116	18,72	2,62
2-117	20,29	2,62
2-118	21,89	2,62
2-119	23,47	2,62

4 Joints toriques et bagues anti-extrusion Parbak®

N° Parker	Diamètre intérieur d	Section d ₂
2-120	25,07	2,62
2-121	26,64	2,62
2-122	28,24	2,62
2-123	29,82	2,62
2-124	31,42	2,62
2-125	32,99	2,62
2-126	34,59	2,62
2-127	36,17	2,62
2-128	37,77	2,62
2-129	39,34	2,62
2-130	40,94	2,62
2-131	42,52	2,62
2-132	44,12	2,62
2-133	45,69	2,62
2-134	47,29	2,62
2-135	48,9	2,62
2-136	50,47	2,62
2-137	52,07	2,62
2-138	53,64	2,62
2-139	55,25	2,62
2-140	56,82	2,62
2-141	58,42	2,62
2-142	59,99	2,62
2-143	61,6	2,62
2-144	63,17	2,62
2-145	64,77	2,62
2-146	66,34	2,62
2-147	67,95	2,62
2-148	69,52	2,62
2-149	71,12	2,62
2-150	72,69	2,62
2-151	75,87	2,62
2-152	82,22	2,62
2-153	88,57	2,62
2-154	94,92	2,62
2-155	101,27	2,62
2-156	107,62	2,62
2-157	113,97	2,62
2-158	120,32	2,62
2-159	126,67	2,62
2-160	133,02	2,62
2-161	139,37	2,62
2-162	145,72	2,62
2-163	152,07	2,62
2-164	158,42	2,62
2-165	164,77	2,62
2-166	171,12	2,62
2-167	177,47	2,62

N° Parker	Diamètre intérieur d	Section d ₂
2-168	183,82	2,62
2-169	190,17	2,62
2-170	196,52	2,62
2-171	202,87	2,62
2-172	209,22	2,62
2-173	215,57	2,62
2-174	221,92	2,62
2-175	228,27	2,62
2-176	234,62	2,62
2-177	240,97	2,62
2-178	247,32	2,62

Tab. 4.2 Tailles 2-1xx

Tailles 2-2xx : section d₂ = 3,53 mm

N° Parker	Diamètre intérieur d	Section d ₂
2-201	4,34	3,53
2-202	5,94	3,53
2-203	7,52	3,53
2-204	9,12	3,53
2-205	10,12	3,53
2-206	12,29	3,53
2-207	13,87	3,53
2-208	15,47	3,53
2-209	17,04	3,53
2-210	18,64	3,53
2-211	20,22	3,53
2-212	21,82	3,53
2-213	23,39	3,53
2-214	24,99	3,53
2-215	26,57	3,53
2-216	28,17	3,53
2-217	29,74	3,53
2-218	31,34	3,53
2-219	32,92	3,53
2-220	34,52	3,53
2-221	36,09	3,53
2-222	37,69	3,53
2-223	40,87	3,53
2-224	44,04	3,53
2-225	47,22	3,53
2-226	50,39	3,53
2-227	53,57	3,53
2-228	56,74	3,53
2-229	59,92	3,53
2-230	63,09	3,53

4 Joints toriques et bagues anti-extrusion Parbak®

N° Parker	Diamètre intérieur d	Section d ₂
2-231	66,27	3,53
2-232	69,44	3,53
2-233	72,62	3,53
2-234	75,79	3,53
2-235	78,97	3,53
2-236	82,14	3,53
2-237	85,32	3,53
2-238	88,49	3,53
2-239	91,67	3,53
2-240	94,84	3,53
2-241	98,02	3,53
2-242	101,19	3,53
2-243	104,37	3,53
2-244	107,54	3,53
2-245	110,72	3,53
2-246	113,89	3,53
2-247	117,07	3,53
2-248	120,24	3,53
2-249	123,42	3,53
2-250	126,59	3,53
2-251	129,77	3,53
2-252	132,94	3,53
2-253	136,12	3,53
2-254	139,29	3,53
2-255	142,47	3,53
2-256	145,64	3,53
2-257	148,82	3,53
2-258	151,99	3,53
2-259	158,34	3,53
2-260	164,69	3,53
2-261	171,04	3,53
2-262	177,39	3,53
2-263	183,74	3,53
2-264	190,09	3,53
2-265	196,44	3,53
2-266	202,79	3,53
2-267	209,14	3,53
2-268	215,49	3,53
2-269	221,84	3,53
2-270	228,19	3,53
2-271	234,54	3,53
2-272	240,89	3,53
2-273	247,24	3,53
2-274	253,59	3,53
2-275	266,29	3,53
2-276	278,99	3,53
2-277	291,69	3,53
2-278	304,39	3,53

N° Parker	Diamètre intérieur d	Section d ₂
2-279	329,79	3,53
2-280	355,19	3,53
2-281	380,59	3,53
2-282	405,26	3,53
2-283	430,66	3,53
2-284	456,06	3,53

Tab. 4.3 Tailles 2-2xx

Tailles 2-3xx : section d₂ = 5,33 mm

N° Parker	Diamètre intérieur d	Section d ₂
2-309	10,46	5,33
2-310	12,07	5,33
2-311	13,64	5,33
2-312	15,24	5,33
2-313	16,81	5,33
2-314	18,42	5,33
2-315	19,99	5,33
2-316	21,59	5,33
2-317	23,16	5,33
2-318	24,77	5,33
2-319	26,34	5,33
2-320	27,94	5,33
2-321	29,51	5,33
2-322	31,12	5,33
2-323	32,69	5,33
2-324	34,29	5,33
2-325	37,47	5,33
2-326	40,64	5,33
2-327	43,82	5,33
2-328	46,99	5,33
2-329	50,17	5,33
2-330	53,34	5,33
2-331	56,52	5,33
2-332	59,69	5,33
2-333	62,87	5,33
2-334	66,04	5,33
2-335	69,22	5,33
2-336	72,39	5,33
2-337	75,57	5,33
2-338	78,74	5,33
2-339	81,92	5,33
2-340	85,09	5,33
2-341	88,27	5,33
2-342	91,44	5,33

4

4 Joints toriques et bagues anti-extrusion Parbak®

N° Parker	Diamètre intérieur d	Section d ₂
2-343	94,62	5,33
2-344	97,79	5,33
2-345	100,97	5,33
2-346	104,14	5,33
2-347	107,32	5,33
2-348	110,49	5,33
2-349	113,67	5,33
2-350	116,84	5,33
2-351	120,02	5,33
2-352	123,19	5,33
2-353	126,37	5,33
2-354	129,54	5,33
2-355	132,72	5,33
2-356	135,89	5,33
2-357	139,07	5,33
2-358	142,24	5,33
2-359	145,42	5,33
2-360	148,59	5,33
2-361	151,77	5,33
2-362	158,12	5,33
2-363	164,47	5,33
2-364	170,82	5,33
2-365	177,17	5,33
2-366	183,52	5,33
2-367	189,87	5,33
2-368	196,22	5,33
2-369	202,57	5,33
2-370	208,92	5,33
2-371	215,27	5,33
2-372	221,62	5,33
2-373	227,97	5,33
2-374	234,32	5,33
2-375	240,67	5,33
2-376	247,02	5,33
2-377	253,37	5,33
2-378	266,07	5,33
2-379	278,77	5,33
2-380	291,47	5,33
2-381	304,17	5,33
2-382	329,57	5,33
2-383	354,97	5,33
2-384	380,37	5,33
2-385	405,26	5,33
2-386	430,66	5,33
2-387	456,06	5,33
2-388	481,41	5,33
2-389	506,81	5,33
2-390	532,21	5,33

N° Parker	Diamètre intérieur d	Section d ₂
2-391	557,61	5,33
2-392	582,68	5,33
2-393	608,08	5,33
2-394	633,48	5,33
2-395	658,88	5,33

Tab. 4.4 Tailles 2-3xx

Tailles 2-4xx : section d₂ = 6,99 mm

N° Parker	Diamètre intérieur d	Section d ₂
2-425	113,67	6,99
2-426	116,84	6,99
2-427	120,02	6,99
2-428	123,19	6,99
2-429	126,37	6,99
2-430	129,54	6,99
2-431	132,72	6,99
2-432	135,89	6,99
2-433	139,07	6,99
2-434	142,24	6,99
2-435	145,42	6,99
2-436	148,59	6,99
2-437	151,77	6,99
2-438	158,12	6,99
2-439	164,47	6,99
2-440	170,82	6,99
2-441	177,17	6,99
2-442	183,52	6,99
2-443	189,87	6,99
2-444	196,22	6,99
2-445	202,57	6,99
2-446	215,27	6,99
2-447	227,97	6,99
2-448	240,67	6,99
2-449	253,37	6,99
2-450	266,07	6,99
2-451	278,77	6,99
2-452	291,47	6,99
2-453	304,17	6,99
2-454	316,87	6,99
2-455	329,57	6,99
2-456	342,27	6,99
2-457	354,97	6,99
2-458	367,67	6,99
2-459	380,37	6,99
2-460	393,07	6,99

4 Joints toriques et bagues anti-extrusion Parbak®

N° Parker	Diamètre intérieur d	Section d ₂
2-461	405,26	6,99
2-462	417,96	6,99
2-463	430,66	6,99
2-464	443,36	6,99
2-465	456,06	6,99
2-466	468,76	6,99
2-467	481,46	6,99
2-468	494,16	6,99
2-469	506,86	6,99
2-470	532,26	6,99
2-471	557,66	6,99
2-472	582,68	6,99
2-473	608,08	6,99
2-474	633,48	6,99
2-475	658,88	6,99

Tab. 4.5 Tailles 2-4xx

La taille d'un joint torique affecte les deux plus importants paramètres de conception d'un joint torique : l'allongement ou la compression et la déformation, c'est-à-dire la déformation du diamètre de la section lorsqu'il est installé. Les recommandations pertinentes pour l'installation sont fournies (voir la section « Recommandations en matière de conception »). Celles-ci dépendent en dernière analyse de l'application considérée pour l'utilisation de joints toriques. Dans de nombreux cas, des écarts mineurs sont possibles dans le choix des limites supérieures ou inférieures des recommandations d'installation, sans nuire à la fonction ou à la durée de vie du joint. En cas de doute, consultez notre Support technique applications.

Tolérances

Les joints toriques de précision Parker sont fabriqués avec des tolérances très faibles. Ces tolérances sont normalisées dans la norme DIN ISO 3601-1 et elles sont indiquées dans les tableaux ci-dessous. Ces tolérances sont spécifiques aux joints toriques en caoutchouc nitrile butadiène, de dureté 70 Shore A. Pour les autres matières, des facteurs individuels de rétrécissement du matériau peuvent conduire à différentes largeurs et tolérances de positionnement acceptables. Si ces variations affectent les caractéristiques fonctionnelles du produit, il est nécessaire de fabriquer un moule correspondant pour rester dans le jeu de tolérances spécifié.

Exemple de commande

Diamètre intérieur : 14,00 mm
 Section : 1,78 mm
 N° Parker : 2-015
 Matière : N0674-70 (NBR 70, Shore A)
 Joint torique, 14 x 1,78, 2-015, N0674-70

Section d ₂ [mm]	Tolérance [mm]
0,80 < d ₂ ≤ 2,25 ¹⁾	± 0,08
2,25 < d ₂ ≤ 3,15 ¹⁾	± 0,09
3,15 < d ₂ ≤ 4,50	± 0,10
4,50 < d ₂ ≤ 6,30	± 0,13
6,30 < d ₂ ≤ 8,40	± 0,15

¹⁾ Valable uniquement pour la classe B

Tab. 4.6 Tolérances des sections de joints toriques

Calcul de la tolérance du diamètre intérieur

$$\Delta d_1 = \pm [(d_1^{0,95} \times 0,009) + 0,11]$$

L'équation peut être utilisée pour le calcul de la tolérance du diamètre intérieur (classe B) des joints toriques.

Exemple : Tolérance Δd_1 pour le diamètre intérieur d'un joint torique, $d_1 = 400$ mm

$$\Delta d_1 = \pm [(400^{0,95} \times 0,009) + 0,11]$$

$$\Delta d_1 = \pm [(296,45 \times 0,009) + 0,11]$$

$$\Delta d_1 = \pm 2,78 \text{ mm}$$

4 Joints toriques et bagues anti-extrusion Parbak®

4.2 Joints toriques pour raccords vissés

Les raccords vissés sont utilisés pour l'assemblage rapide et fiable des conduits/tuyaux/tubes flexibles et les applications de plomberie/tuyauterie. Contrairement aux raccords à brides, les raccords vissés ne nécessitent pas de travaux de soudage ; il est ainsi plus facile de les produire avec des petits diamètres nominaux. Le champ de leurs applications s'étend jusqu'à un diamètre nominal de DN 30 (1¼ pouces) et à des pressions nominales pouvant atteindre plusieurs centaines de bars.

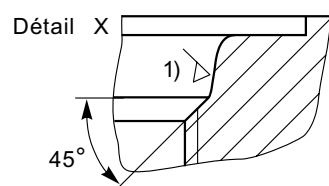
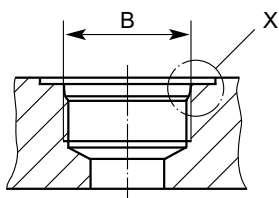
Les raccords sont divisés en deux familles : les raccords d'étanchéité métalliques et les raccords d'étanchéité souples. Les raccords vissés d'étanchéité souples sont utilisés dans pratiquement tous les secteurs industriels. Outre les machines de construction, les machines-outils, les presses hydrauliques et les machines de moulage par injection de plastique, on en trouve également dans les domaines de la construction navale, de la technologie ferroviaire et des applications offshore, par exemple.

Les joints destinés aux raccords vissés d'étanchéité souples sont principalement fabriqués à partir d'élastomère NBR ou EPDM, ainsi que de matières FKM. Le groupe Engineered Materials de Parker propose des bagues ED, des joints toriques et des pièces moulées fabriqués dans une grande variété de matières pour les raccords vissés. Associés à des éléments de liaison de haute qualité, ils offrent des performances optimales, même dans des conditions d'application difficiles.

Les joints souples présentent, entre autres, les avantages suivants :

- Faible propension aux fuites, même avec les fluides de faible viscosité.
- Compensation des tolérances de fabrication.
- Facilité d'utilisation.
- Possibilité de réinstallation.

4.2.1 Raccords vissés pour raccords de tubes métriques ISO 6149-1 et raccords ISO 11926-1 pour filetage UNF avec contre-alésage conique



¹⁾ La surface d'étanchéité est réalisée de façon à ce que les coupures axiales ou en spirale soient évitées.

$R_{\text{max.}} = 6,3 \mu\text{m}$, $R_a = 1,6 \mu\text{m}$

Les dimensions pour le contre-alésage conique sont issues de la norme.

Fig. 4.1 Raccord vissé avec contre-alésage conique

Lorsqu'une pression pulsée est exercée, des joints toriques pour filetage M 22 x 1,5 et supérieur doivent être produits par extrusion de polyuréthane résistant P5008. Dans de telles conditions, les joints toriques en élastomère NBR ne sont pas adaptés.

Filetage métrique Dimension B	Joint torique dimension		Parker code commande
	d ₁ [mm]	d ₂ [mm]	
M 8 × 1,0	6,1 ±0.2	1,6 ±0.08	6-1751
M 10 × 1,0	8,1 ±0.2	1,6 ±0.08	6-192
M 12 × 1,5	9,3 ±0.2	2,2 ±0.08	6-1730
M 14 × 1,5	11,3 ±0.2	2,2 ±0.08	6-1536
M 16 × 1,5	13,3 ±0.2	2,2 ±0.08	6-1936
M 18 × 1,5	15,3 ±0.2	2,2 ±0.08	6-940
M 20 × 1,5	17,3 ±0.22	2,2 ±0.08	6-1961
M 22 × 1,5	19,3 ±0.22	2,2 ±0.08	6-1975
M 27 × 2,0	23,6 ±0.24	2,9 ±0.09	6-942
M 30 × 2,0	26,6 ±0.26	2,9 ±0.09	sur demande
M 33 × 2,0	29,6 ±0.29	2,9 ±0.09	sur demande
M 42 × 2,0	38,6 ±0.37	2,9 ±0.09	sur demande
M 48 × 2,0	46,6 ±0.43	2,9 ±0.09	sur demande
M 60 × 2,0	56,6 ±0.51	2,9 ±0.09	sur demande

Tab. 4.7 Dimensions de joint torique selon ISO 6149

Matière : Caoutchouc acrylonitrile butadiène (NBR), résistant à l'extrusion, N0552-90.

Exemple de commande : Joint torique ISO 6149 pour raccord à filetage métrique fin avec contre-alésage conique M 10 × 1 : Joint torique 6-1975, N0552-90.

4.2.2 Raccord vissé DIN 3865 avec surface d'étanchéité à 24° pour alésage de type W selon la norme DIN 3861

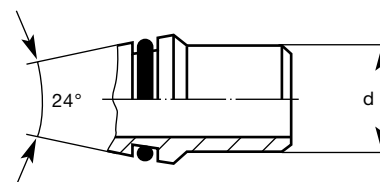


Fig. 4.2 Raccord vissé avec surface d'étanchéité conique à 24° : forme A pour connecteur soudé

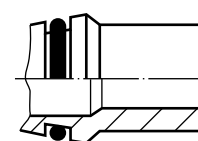


Fig. 4.3 Raccord vissé avec surface d'étanchéité conique à 24° : forme B pour connecteur flexible

4 Joints toriques et bagues anti-extrusion Parbak®

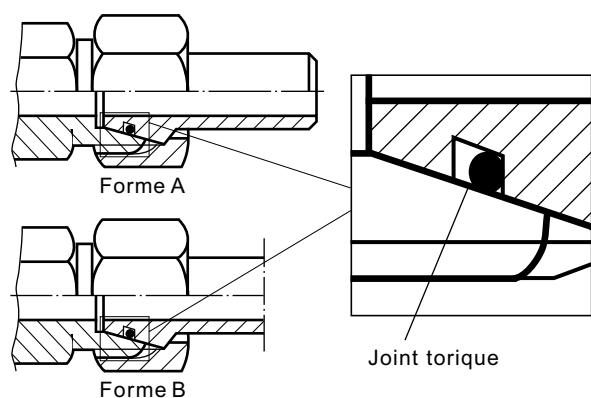


Fig. 4.4 Montage

Type	Diamètre extérieur du tube d [mm]	Joint torique dimension		Parker code commande
		d ₁ [mm]	d ₂ [mm]	
léger	8	6,00	1,50	6-038
léger	10	7,50	1,50	6-091
léger	12	9,00	1,50	6-010
léger	15	12,00	2,00	6-065
léger	18	15,00	2,00	6-005
léger	22	20,00	2,00	9-205
léger	28	26,00	2,00	9-262
léger	35	32,00	2,50	9-300
léger	42	38,00	2,50	9-341
lourd	8	6,00	1,50	6-038
lourd	10	7,50	1,50	6-091
lourd	12	9,00	1,50	6-010
lourd	14	10,00	2,00	6-003
lourd	16	12,00	2,00	6-065
lourd	20	16,30	2,40	9-168
lourd	25	20,30	2,40	6-275
lourd	30	25,30	2,40	9-259
lourd	38	33,30	2,40	6-472

Tab. 4.8 Dimensions de joint torique selon DIN 3865

Matière : Caoutchouc acrylonitrile butadiène (NBR), résistant à l'extrusion, N0552-90.

Exemple de commande : Joint torique DIN 38665 pour type d'alésage W selon la norme DIN 3861, de type léger, avec diamètre extérieur du tube de 22 mm : Joint torique 9-205, N0552-90.

4.2.3 SAE Raccords vissés J 514 APR 80, filetage SAE J 475 (ISO R 725)

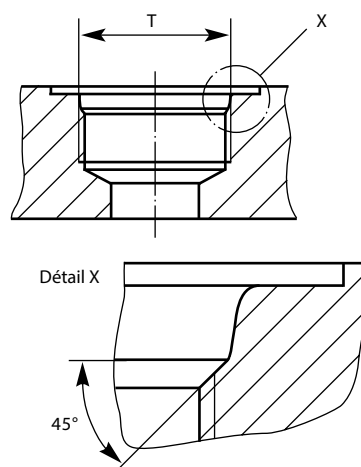


Fig. 4.5

Filetage en pouces dimension T [pouces]	Diamètre extérieur du tube [pouces]	Joint torique dimension		Parker code commande
		d ₁ [mm]	d ₂ [mm]	
5/16 - 24	1/8	6,07	1,63	3-902
3/8 - 24	3/16	7,65	1,63	3-903
7/16 - 20	1/4	8,92	1,83	3-904
1/2 - 20	5/16	10,52	1,83	3-905
9/16 - 18	3/8	11,89	1,98	3-906
3/4 - 16	1/2	16,36	2,21	3-908
7/8 - 14	5/8	19,18	2,46	3-910
1 1/16 - 12	3/4	23,47	2,95	3-912
1 3/16 - 12	7/8	26,59	2,95	3-914
1 5/16 - 12	1	29,74	2,95	3-916
1 5/16 - 12	1 1/4	37,47	3,00	3-920
1 7/8 - 12	1 1/2	43,69	3,00	3-924
2 1/2 - 12	2	59,36	3,00	3-932

Tab. 4.9 Dimensions de joint torique selon SAE J 514 SAE J 475

4 Joints toriques et bagues anti-extrusion Parbak®

4.2.4 Raccords vissés MS 33649, alésage fileté droit MIL-S-8879

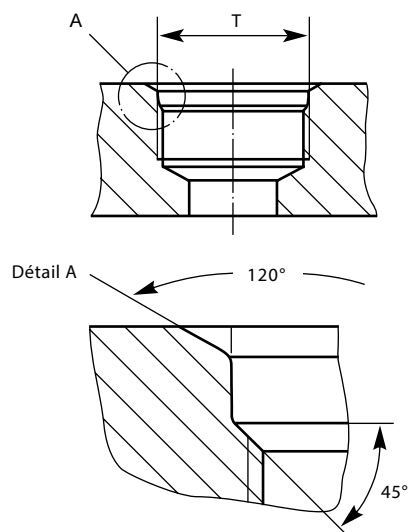


Fig. 4.6

Broche Mil-S8879 dimension T	UNJF- 3B	Diamètre extérieur du tube	Code tube n°	Joint torique dimension		Parker code com- mande
				d ₁ [mm]	d ₂ [mm]	
0,3125 - 24		0,125	2	6,07	1,63	3-902
0,3750 - 24		0,188	3	7,65	1,63	3-903
0,4375 - 20	●	0,250	4	8,92	1,83	3-904
0,5000 - 20		0,320	5	10,52	1,83	3-905
0,5625 - 18		0,375	6	11,89	1,98	3-906
0,6250 - 18		0,438	7	13,46	2,08	3-907
0,7500 - 16	●	0,500	8	16,36	2,21	3-908
0,8125 - 16	●	0,562	9	17,93	2,46	3-909
0,8750 - 14	●	0,625	10	19,18	2,46	3-910
1,0000 - 12	●	0,688	11	21,92	2,95	3-911
1,0625 - 12		0,750	12	23,47	2,95	3-912
1,1875 - 12		0,875	14	26,59	2,95	3-914
1,3125 - 12	●	1,000	16	29,74	2,95	3-916
1,5000 - 12	●	1,125	18	34,42	2,95	3-918
1,6250 - 12		1,250	20	37,47	3,00	3-920
1,8750 - 12		1,500	24	43,69	3,00	3-924
2,2500 - 12		1,750	28	53,09	3,00	3-928

Tab. 4.10 Dimensions de joint torique selon MS 33649

4.2.5 Joints toriques pour raccords de compression selon MS 33656

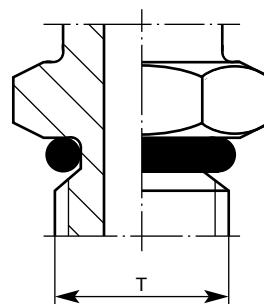


Fig. 4.7

Filetage en pouces Dimension T	Diamètre extérieur du tube	Joint torique dimension		Parker code com- mande
		d ₁ [mm]	d ₂ [mm]	
[pouces]	[pouces]			
5/16 - 24	1/8	6,07	1,63	3-902
3/8 - 24	3/16	7,65	1,63	3-903
7/16 - 20	1/4	8,92	1,83	3-904
1/2 - 20	5/16	10,52	1,83	3-905
9/16 - 18	3/8	11,89	1,98	3-906
3/4 - 16	1/2	16,36	2,21	3-908
7/8 - 14	5/8	19,18	2,46	3-910
1 1/16 - 12	3/4	23,47	2,95	3-912
1 3/16 - 12	7/8	26,59	2,95	3-914
1 5/16 - 12	1	29,74	2,95	3-916
1 5/16 - 12	1 1/4	37,47	3,00	3-920
1 7/8 - 12	1 1/2	43,69	3,00	3-924
2 1/2 - 12	2	59,36	3,00	3-932

Tab. 4.11 Dimensions de joint torique selon MS 33656

4.3 Bagues anti-extrusion Parbak®

4.3.1 Introduction

Les bagues anti-extrusion sont utilisées en association avec des joints toriques. Elles ne constituent pas elles-mêmes des systèmes d'étanchéité. La section du joint torique est diamétralement déformée lorsqu'il est installé, afin d'assurer la résilience de la fonction d'étanchéité (fig. 4.8 en haut à gauche). Lorsque le fluide exerce sa pression, le joint torique est déformé vers le jeu situé entre les deux pièces, améliorant ainsi l'effet d'étanchéité (fig. 4.8 en haut à droite). Si les limites sont atteintes (pression trop élevée, jeu trop grand), le joint torique est comprimé dans le jeu (fig. 4.8 en bas à gauche). Si la pression continue à augmenter (fig. 4.8 en bas à droite), le joint torique est endommagé par la compression à un point tel qu'il ne conserve pas sa mémoire élastique lorsque la pression est relâchée.

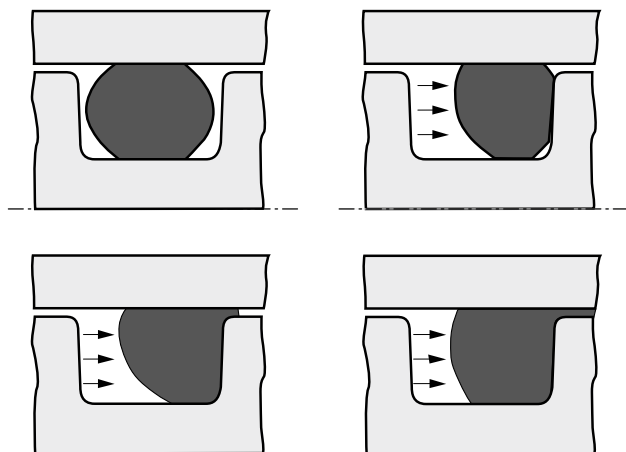


Fig. 4.8

Une haute pressurisation exercée à plusieurs reprises finit par conduire à la destruction complète du joint torique (voir la section 10.2 « Extrusion »). Cela provoque une défaillance du joint. Les bagues anti-extrusion sont utilisées pour remédier à ce problème. Ils réduisent le jeu sur le côté non pressurisé du joint torique.

Les bagues anti-extrusion Parbak® de Parker sont profilées, homogènes et fabriquées selon des tolérances sévères.

Les joints toriques utilisés en association avec Parbak® sont capables de résister à des pressions beaucoup plus élevées que les joints toriques par eux-mêmes (voir fig. 4.9).

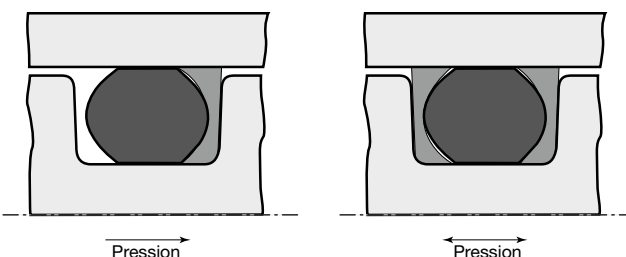


Fig. 4.9 Fonction d'une combinaison de joint torique Parbak®

Avantages des bagues anti-extrusion Parbak®

Parbak® sont fabriquées à partir de matières élastomères dures. Outre les avantages offerts par leur profil, ainsi que par leur conception continue et homogène, elles permettent au joint torique de bénéficier d'une résistance de premier plan au fluage dans le jeu d'extrusion. L'efficacité de l'étanchéité et la durée de vie sont ainsi améliorées, tandis que le champ d'application potentiel est étendu.

- La dureté remarquable et le profil de support des bagues anti-extrusion Parbak® permettent au joint torique de conserver à peu près sa forme ronde, même à haute pression (fig. 4.9). Cela améliore l'effet d'étanchéité et accroît la durée de vie du joint, en particulier à des pressions plus élevées.
- La pression et le jeu sont liés l'un à l'autre en ce qui concerne l'extrusion. Les bagues anti-extrusion Parbak® peuvent être utilisées soit pour contrôler une pression supérieure ou pour autoriser de plus grandes tolérances, à savoir des écarts plus importants, à pression identique. Cela permet de réduire les coûts de production.
- Les bagues anti-extrusion Parbak® sont élastiques, car elles sont fabriquées à partir d'élastomères similaires à ceux utilisés pour les joints toriques. Bien qu'elles bénéficient d'une conception continue, elles peuvent être étirées et elles peuvent donc facilement être installées.
- Les bagues anti-extrusion Parbak® bénéficient d'une conception continue. Cela signifie que, même à très haute pression, les joints toriques ne sont pas endommagés par les arêtes vives de bagues anti-extrusion fendues. Par conséquent, les bagues anti-extrusion Parbak® offrent une durée de vie étendue par rapport aux autres bagues anti-extrusion.
- Les bagues anti-extrusion Parbak® permettent de tirer parti de coûts réduits par rapport aux autres bagues anti-extrusion.
- Les matières Parbak® sont constituées de matériaux étant pour l'essentiel résistants à l'abrasion. Ceci est important pour la lubrification et donc la durée de vie du joint, car même de petits pores et des irrégularités sur les surfaces de contact restent présentes comme des « poches » lubrifiantes. Parbak® sont réellement conçues pour être compatibles avec la lubrification. La matière Parbak® absorbe une petite quantité de fluide, qui est retenu entre le joint torique et la bague anti-extrusion et recouvre les surfaces dynamiques avec un film de lubrification.
- En revanche, d'autres types de bagues anti-extrusion (ceux de type PTFE par exemple) remplissent les pores métalliques microfins et offre une surface lisse et creuse qui empêche l'absorption du lubrifiant et accélère l'usure du joint torique. Ce risque disparaît avec les bagues anti-extrusion Parbak®.

Informations de conception

1. La dureté est l'un des critères impactant l'usure du joint torique dans les applications dynamiques. Des matières de dureté comprise entre 70 et 80 Shore A sont les mieux adaptées. Lorsqu'ils sont plus durs, les joints toriques sont moins aptes à s'adapter à des irrégularités de surface, ce qui les conduit à avoir tendance à fuir, en particulier à basse pression ou en l'absence de pression. Par ailleurs, les joints toriques plus durs ont une plus grande friction de démarrage et ils subissent donc une usure plus sévère. Les joints

4 Joints toriques et bagues anti-extrusion Parbak®

toriques dont la dureté est inférieure à la plage comprise entre 70 et 80 Shore A ont une friction de démarrage inférieure, mais ils sont moins résistants à l'abrasion.

- Les joints toriques plus souples dont la dureté est comprise entre 70 et 80 Shore A offrir des propriétés d'étanchéité plus favorables que les joints toriques très durs, mais ils peuvent être endommagés par extrusion à des pressions élevées. En association avec des bagues anti-extrusion Parbak®, des joints toriques encore plus souples peuvent être utilisés en toute sécurité à des pressions élevées.
- Les numéros de commande Parbak® correspondent à la série 2-xxx de joints toriques Parker, à partir desquels ils sont assemblés. Le numéro de commande d'une bague anti-extrusion Parbak® de matière standard N0300-90 correspondant à un joint torique 2-211 est 8-211, N0300-90.
- La largeur de gorge b_1 ou b_2 est indiquée dans le tableau 4.12.
- La finition de surface pour les applications dynamiques doit être consultée dans le tableau 4.13. En règle générale, la durée de vie des joints toriques et des bagues anti-extrusion dépend de la qualité de la finition de surface. La rugosité de la finition de surface ne doit jamais être inférieure à $R_{max} = 0,5 \mu\text{m}$, car elle serait trop lisse pour que le film lubrifiant y adhère. Un film lubrifiant insuffisant peut entraîner l'usure rapide du joint torique.
- À chaque fois que cela est possible, deux bagues anti-extrusion Parbak® doivent être prévues afin de réduire le risque de montage incorrect.

- Si la pression est appliquée sur un côté uniquement et que seule une bague anti-extrusion est utilisée, le joint torique doit être installé face à la bague anti-extrusion par rapport à la direction de la pression. En d'autres termes, l'ordre suivant doit être respecté : pression – joint torique – bague anti-extrusion Parbak® (avec sa surface profilée faisant face au joint torique).
- Le rayon d'angle R à la base de la gorge doit être aussi faible que possible, en tenant compte des conditions de résistance et de la maniabilité des pièces.
- Le joint torique doit être sélectionné en fonction de l'application et en prenant en compte tous les facteurs (par exemple, la pression, la température, le fluide de contact, la vitesse, la taille, etc.).

Dimensions de bague anti-extrusion	W	Largeur de gorge b_1	
	[mm]	une bague anti-extrusion [mm]	
8-006 - 8-050	1,35	3,5 - 3,7	
8-102 - 8-178	2,18	4,7 - 4,9	
8-201 - 8-284	3,00	5,8 - 6,0	
8-309 - 8-395	4,65	8,7 - 8,9	
8-425 - 8-475	5,99	12,0 - 12,2	

Tab. 4.12 Des largeurs de gorge modifiées sont nécessaires lors de l'utilisation de bagues anti-extrusion Parbak®

Surface	Pression	Joint statique		Étanchéité dynamique	
		Rugosité de la finition de surface, pourcentage de la zone de contact $t_p > 50\%$		Rugosité de la finition de surface, pourcentage de la zone de contact $t_p > 50\%$	
		R_a	R_{max}	R_a	R_{max}
A surface de contact	non pulsée	1,6	6,3	0,4	1,6
A surface de contact	pulsée	0,8	3,2	0,4	1,6
B fond et parois de la gorge	non pulsée	3,2	12,5	1,6	6,3
B fond et parois de la gorge	pulsée	1,6	6,3	1,6	6,3

Tab. 4.13 Finition de surface pour joints toriques

Plages de pressions admissibles

La figure 4.10 indique les caractéristiques d'extrusion pour des joints toriques en élastomères avec différents degrés de dureté en fonction de la pression et du jeu diamétral d'extrusion maximal. Si une certaine « respiration » est prévue, ce qui peut être le cas avec un cylindre à très haute pression, celle-ci doit également être prise en compte.

Exemple : Matière de joint torique N0674-70 (70 Shore A)

Pression de travail : 100 bars

Jeu diamétral : 0,36 mm max. selon les tolérances indiquées dans le schéma et 0,40 mm en cas de « respiration »

La pression de service correspondant à l'intersection de la ligne verticale pour un jeu diamétral de 0,4 mm avec la courbe de dureté 70 Shore A est d'environ 38 bars. En l'absence de bague anti-extrusion, le joint torique serait donc enfoncé dans le jeu d'extru-

sion à une pression supérieure à 38 bars, ce qui aurait pour effet de détruire le joint. Lorsque des bagues anti-extrusion Parbak® (de dureté nominale 90 Shore A) sont utilisées en association avec le joint torique, le schéma indique une pression admissible d'environ 140 bars.

Outre les valeurs indiquées dans le diagramme pour la pression admissible et le diamètre maximal possible, les exigences de conception recommandent également un facteur de sécurité afin de prendre en compte les effets qui peuvent avoir un impact négatif sur la compression.

Matières

Les bagues anti-extrusion Parbak® de Parker sont disponibles en tant que composants standard dans la matière N0300-90, un élastomère à base de caoutchouc acrylonitrile-butadiène (NBR) avec une dureté de 90 Shore A. Ses propriétés physiques les rendent aptes à être utilisés dans un grand nombre d'applications différentes :

4 Joints toriques et bagues anti-extrusion Parbak®

- Grande plage de températures.
- Dureté appropriée.
- Longue durée de vie.
- Compatibilité avec un large éventail de fluides.

La matière N0300-90 résiste à presque tous les fluides hydrauliques, à l'exception des fluides résistants au feu tels que les fluides de type Skydrol, Pydraul, Houghto-Safe®, HydroDrive®, etc. La plage de températures de service s'étend de -55 °C à $+105\text{ °C}$.

Autres matières

Pour des besoins particuliers qui ne peuvent pas être satisfaits à l'aide de la matière de référence, des matières de spécialité telles que E3804-90 (éthylène-propylène) ou V0709-90 (fluorocarbène) sont disponibles.

Les tailles standard des bagues anti-extrusion Parbak® (série 8-xxx) avec les tolérances correspondant aux types A, M, R, T et W (fig. 4.11) sont indiquées dans le tableau 4.14.

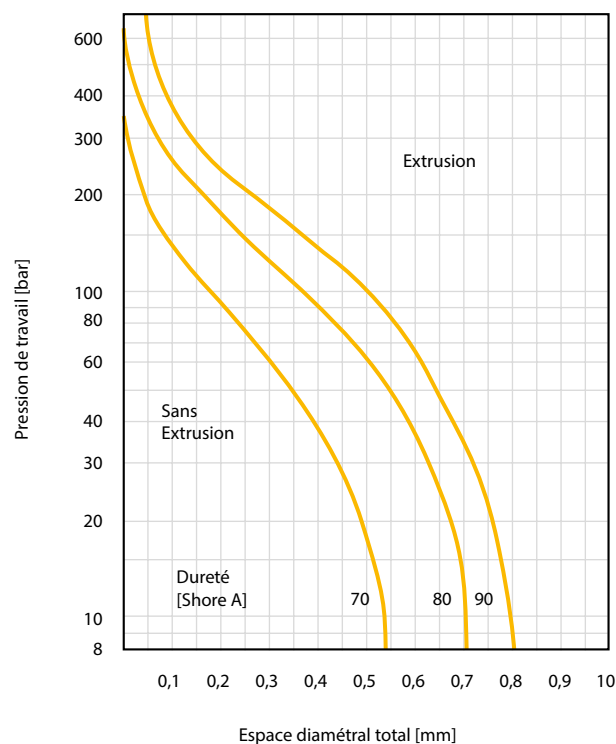


Fig. 4.10 Diagramme pour la conception de joints toriques statiques

Veillez noter :

1. Le schéma est basé sur 100 000 cycles de pression à 60 cycles/min.
2. Le jeu admissible pour le silicone et le fluorosilicone est inférieur de moitié au jeu normal recommandé.
3. Le diagramme est valide pour des températures allant jusqu'à 70 °C .
4. Les expansions de cylindres sous pression n'ont pas été prises en compte.

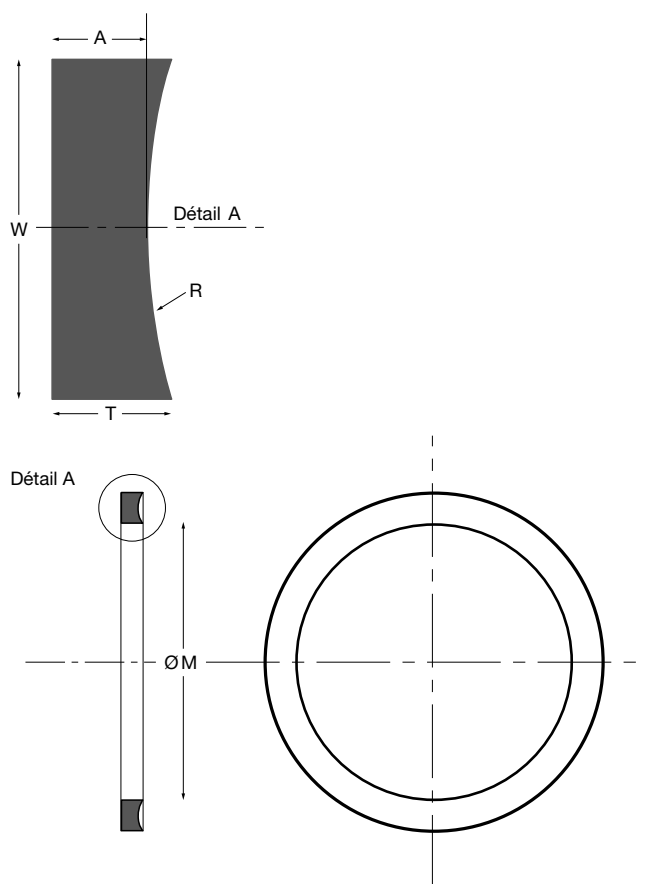


Fig. 4.11 Bague anti-extrusion type Parbak®

Tailles de bague anti-extrusion Parbak®

N° Parker	M (mm)	W ^{±0,08} (mm)
8-004	2,44	1,35
8-005	3,23	1,35
8-006	3,56	1,35
8-007	4,34	1,35
8-008	5,13	1,35
8-009	5,94	1,35
8-010	6,73	1,35
8-011	8,31	1,35
8-012	9,91	1,35
8-013	11,56	1,35
8-014	13,16	1,35
8-015	14,73	1,35
8-016	16,33	1,35
8-017	17,91	1,35
8-018	19,51	1,35
8-019	21,08	1,35
8-020	22,68	1,35
8-021	24,26	1,35
8-022	25,86	1,35
8-023	27,43	1,35

4 Joints toriques et bagues anti-extrusion Parbak®

N° Parker	M (mm)	W \neq 0,08 (mm)
8-024	29,03	1,35
8-025	30,61	1,35
8-026	32,21	1,35
8-027	33,78	1,35
8-028	35,38	1,35
8-029	38,56	1,35
8-030	41,73	1,35
8-031	44,91	1,35
8-032	48,08	1,35
8-033	51,26	1,35
8-034	54,43	1,35
8-035	57,61	1,35
8-036	60,78	1,35
8-037	63,96	1,35
8-038	67,13	1,35
8-039	70,31	1,35
8-040	73,48	1,35
8-041	76,66	1,35
8-042	83,01	1,35
8-043	89,36	1,35
8-044	95,71	1,35
8-045	102,06	1,35
8-046	108,41	1,35
8-047	114,76	1,35
8-048	121,11	1,35
8-049	127,46	1,35
8-050	133,81	1,35
8-102	1,96	2,18
8-103	2,77	2,18
8-104	3,56	2,18
8-105	4,34	2,18
8-106	5,13	2,18
8-107	5,94	2,18
8-108	6,73	2,18
8-109	8,31	2,18
8-110	9,91	2,18
8-111	11,48	2,18
8-112	13,08	2,18
8-113	14,66	2,18
8-114	16,26	2,18
8-115	17,83	2,18
8-116	19,43	2,18
8-117	21,11	2,18
8-118	22,68	2,18
8-119	24,28	2,18
8-120	25,86	2,18
8-121	27,46	2,18
8-122	29,03	2,18

N° Parker	M (mm)	W \neq 0,08 (mm)
8-123	30,63	2,18
8-124	32,21	2,18
8-125	33,81	2,18
8-126	35,38	2,18
8-127	36,98	2,18
8-128	38,56	2,18
8-129	40,16	2,18
8-130	41,73	2,18
8-131	43,33	2,18
8-132	44,91	2,18
8-133	46,51	2,18
8-134	48,08	2,18
8-135	49,68	2,18
8-136	51,26	2,18
8-137	52,86	2,18
8-138	54,43	2,18
8-139	56,03	2,18
8-140	57,61	2,18
8-141	59,21	2,18
8-142	60,78	2,18
8-143	62,38	2,18
8-144	63,96	2,18
8-145	65,56	2,18
8-146	67,13	2,18
8-147	68,73	2,18
8-148	70,31	2,18
8-149	71,91	2,18
8-150	73,48	2,18
8-151	76,66	2,18
8-152	83,01	2,18
8-153	89,36	2,18
8-154	95,71	2,18
8-155	102,06	2,18
8-156	108,41	2,18
8-157	114,76	2,18
8-158	121,11	2,18
8-159	127,46	2,18
8-160	133,81	2,18
8-161	140,16	2,18
8-162	146,51	2,18
8-163	152,86	2,18
8-164	159,21	2,18
8-165	165,56	2,18
8-166	171,91	2,18
8-167	178,26	2,18
8-168	184,61	2,18
8-169	190,96	2,18
8-170	197,31	2,18

4 Joints toriques et bagues anti-extrusion Parbak®

N° Parker	M (mm)	W \pm 0,08 (mm)
8-171	203,66	2,18
8-172	210,01	2,18
8-173	216,36	2,18
8-174	222,71	2,18
8-175	229,06	2,18
8-176	235,41	2,18
8-177	241,76	2,18
8-178	248,11	2,18

N° Parker	M (mm)	W \pm 0,1 (mm)
8-201	5,13	3
8-202	6,73	3
8-203	8,3	3
8-204	9,9	3
8-205	11,56	3
8-206	13,16	3
8-207	14,73	3
8-208	16,33	3
8-209	17,9	3
8-210	19,46	3
8-211	21,03	3
8-212	22,63	3
8-213	24,21	3
8-214	25,81	3
8-215	27,38	3
8-216	28,98	3
8-217	30,56	3
8-218	32,16	3
8-219	33,88	3
8-220	35,48	3
8-221	37,06	3
8-222	38,66	3
8-223	41,83	3
8-224	45,01	3
8-225	48,18	3
8-226	51,36	3
8-227	54,53	3
8-228	57,71	3
8-229	60,88	3
8-230	64,06	3
8-231	66,83	3
8-232	70	3
8-233	73,18	3
8-234	76,35	3
8-235	79,53	3
8-236	82,7	3
8-237	85,88	3
8-238	89,05	3
8-239	92,23	3
8-240	95,4	3
8-241	98,58	3
8-242	101,75	3
8-243	104,93	3
8-244	108,1	3
8-245	111,28	3
8-246	114,45	3
8-247	117,63	3
8-248	121,11	3

4 Joints toriques et bagues anti-extrusion Parbak®

N° Parker	M (mm)	W ^{±0,1} (mm)
8-249	124,28	3
8-250	127,46	3
8-251	130,63	3
8-252	133,81	3
8-253	136,98	3
8-254	140,16	3
8-255	143,33	3
8-256	146,51	3
8-257	149,68	3
8-258	152,86	3
8-259	159,21	3
8-260	165,56	3
8-261	171,91	3
8-262	178,26	3
8-263	184,61	3
8-264	190,96	3
8-265	197,31	3
8-266	203,66	3
8-267	210,01	3
8-268	216,36	3
8-269	222,71	3
8-270	229,06	3
8-271	235,41	3
8-272	241,76	3
8-273	248,11	3
8-274	254,46	3
8-275	267,16	3
8-276	279,86	3
8-277	292,56	3
8-278	305,26	3
8-279	330,66	3
8-280	356,05	3
8-281	381,46	3
8-282	406,12	3
8-283	431,52	3
8-284	456,92	3

N° Parker	M (mm)	W ^{±0,13} (mm)
8-309	11,43	4,65
8-310	13,03	4,65
8-311	14,6	4,65
8-312	16,2	4,65
8-313	17,78	4,65
8-314	19,38	4,65
8-315	20,96	4,65
8-316	22,56	4,65
8-317	24,13	4,65
8-318	25,73	4,65
8-319	27,31	4,65
8-320	28,91	4,65
8-321	30,42	4,65
8-322	32,08	4,65
8-323	33,43	4,65
8-324	35,26	4,65
8-325	38,43	4,65
8-326	41,61	4,65
8-327	44,78	4,65
8-328	47,96	4,65
8-329	51,13	4,65
8-330	54,31	4,65
8-331	57,61	4,65
8-332	60,78	4,65
8-333	63,96	4,65
8-334	67,13	4,65
8-335	70,31	4,65
8-336	73,48	4,65
8-337	76,66	4,65
8-338	79,83	4,65
8-339	83,13	4,65
8-340	86,31	4,65
8-341	89,48	4,65
8-342	92,66	4,65
8-343	95,83	4,65
8-344	99,01	4,65
8-345	102,31	4,65
8-346	105,49	4,65
8-347	108,66	4,65
8-348	111,84	4,65
8-349	115,01	4,65
8-350	118,19	4,65
8-351	121,36	4,65
8-352	124,54	4,65
8-353	127,71	4,65
8-354	130,89	4,65
8-355	134,09	4,65
8-356	137,24	4,65

4 Joints toriques et bagues anti-extrusion Parbak®

N° Parker	M (mm)	W ^{±0,13} (mm)	N° Parker	M (mm)	W ^{±0,15} (mm)
8-357	140,41	4,65	8-425	115,6	5,99
8-358	143,59	4,65	8-426	118,77	5,99
8-359	146,76	4,65	8-427	121,95	5,99
8-360	149,94	4,65	8-428	125,2	5,99
8-361	153,11	4,65	8-429	128,3	5,99
8-362	159,46	4,65	8-430	131,47	5,99
8-363	165,81	4,65	8-431	134,65	5,99
8-364	172,16	4,65	8-432	137,82	5,99
8-365	178,51	4,65	8-433	141	5,99
8-366	184,86	4,65	8-434	144,17	5,99
8-367	191,21	4,65	8-435	147,35	5,99
8-368	197,56	4,65	8-436	150,52	5,99
8-369	203,91	4,65	8-437	153,7	5,99
8-370	210,26	4,65	8-438	159,36	5,99
8-371	216,61	4,65	8-439	165,71	5,99
8-372	222,96	4,65	8-440	172,06	5,99
8-373	229,31	4,65	8-441	178,41	5,99
8-374	235,66	4,65	8-442	184,76	5,99
8-375	242,01	4,65	8-443	191,11	5,99
8-376	248,36	4,65	8-444	197,46	5,99
8-377	254,71	4,65	8-445	203,81	5,99
8-378	267,41	4,65	8-446	216,51	5,99
8-379	280,11	4,65	8-447	229,21	5,99
8-380	292,81	4,65	8-448	241,91	5,99
8-381	305,51	4,65	8-449	254,61	5,99
8-382	330,91	4,65	8-450	267,31	5,99
8-383	356,31	4,65	8-451	280,01	5,99
8-384	381,71	4,65	8-452	292,71	5,99
8-385	406,6	4,65	8-453	305,41	5,99
8-386	432	4,65	8-454	318,11	5,99
8-387	457,4	4,65	8-455	330,81	5,99
8-388	482,75	4,65	8-456	343,51	5,99
8-389	508,15	4,65	8-457	356,21	5,99
8-390	533,55	4,65	8-458	368,91	5,99
8-391	558,95	4,65	8-459	381,61	5,99
8-392	584,02	4,65	8-460	394,31	5,99
8-393	609,42	4,65	8-461	406,5	5,99
8-394	634,82	4,65	8-462	419,2	5,99
8-395	660,22	4,65	8-463	431,9	5,99
			8-464	444,6	5,99
			8-465	457,3	5,99
			8-466	470	5,99
			8-467	482,7	5,99
			8-468	495,4	5,99
			8-469	508,1	5,99
			8-470	533,5	5,99
			8-471	558,9	5,99
			8-472	584,3	5,99
			8-473	609,7	5,99
			8-474	635,1	5,99
			8-475	660,5	5,99

Tab. 4.14

4 Joints toriques et bagues anti-extrusion Parbak®

Autres dimensions			
N° Parker	R (mm)	T (mm)	A (mm)
004-050	2,21	1,24	1,14
102-178	3,28	1,35	1,14
201-284	4,42	1,27	1,02
309-395	6,65	1,93	1,52
425-475	8,74	2,97	2,44

Tab. 4.15

Tolérances de tailles	
N° Parker	M ±
004-009	0,15 mm
009-012	0,18 mm
012-019	0,23 mm
020-029	1,00 %
030-041	0,86 %
042-050	0,78 %
102-107	0,15 mm
108-110	0,18 mm
111-117	0,25 mm
118-128	1,10 %
129-151	0,95 %
152-164	0,78 %
165-178	0,74 %
201-204	0,18 mm
204-211	0,25 mm
212-227	1,10 %
228-235	0,90 %
236-259	0,78 %
260-277	0,74 %
278-284	0,67 %
309-315	0,25 mm
316-325	1,10 %
326-338	0,95 %
339-362	0,78 %
363-380	0,74 %
381-395	0,67 %
425-438	0,78 %
439-452	0,74 %
453-475	0,67 %

Tab. 4.16

Tolérances de tailles	
N° Parker	A ± mm
004-284	0,08
309-325	0,10
425-475	0,13

Tab. 4.17

Informations de commande

1. Lors de la commande, veuillez indiquer à la fois la taille et la matière, par exemple : 8-130, N0300-90.
2. Les numéros de tailles® correspondent à des joints toriques de la série 2-xxx (par exemple, 8-211, N0300-90 est équipé du joint torique 2-211, N0674-70).

5.1 Pièces moulées en caoutchouc

En tant que fabricant de joints de précision, Parker s'appuie sur une grande expérience dans le développement et la transformation des matières élastomères à des niveaux élevés de précision.

Des pièces moulées sur mesure peuvent ainsi être fabriquées selon les spécifications des clients. Parker fournit des pièces moulées en élastomère à de nombreux secteurs de l'industrie, tels le secteur automobile, électronique, l'industrie de la mesure et du contrôle, les sciences de la vie, le secteur médical, l'aérospatiale, la transformation alimentaire, l'industrie hydraulique et pneumatique, ainsi que le secteur des appareils électroménagers. Parker offre une assistance aux clients dès la phase de conception, afin de minimiser les dépenses depuis l'étape de planification jusqu'au lancement de pièces moulées de production. La conception technique appropriée de la pièce moulée permet de réduire les coûts et autorise l'identification de tous les problèmes de fabrication potentiels et leur résolution à un stade précoce.

Vaste gamme de matières

Lorsqu'une conception est finalisée, le choix d'une matière appropriée est déterminant pour la durée de vie du composant. Pour sélectionner la matière appropriée, en particulier en ce qui concerne les pièces en caoutchouc, il est essentiel de connaître les conditions précises d'utilisation, car les propriétés physico-chimiques des matières élastomères peuvent varier considérablement. Parker propose une vaste gamme de matières qui ont fait leur preuve dans un large éventail d'applications. Les clients ont ainsi l'assurance de disposer de la matière optimale pour leur application particulière.

Traitement avec des tolérances très faibles

Les moules sont produits en interne avec les tolérances les plus faibles en utilisant les connaissances acquises durant de nombreuses années dans le traitement des matières en caoutchouc. Le choix du procédé de production peut ainsi reposer sur des facteurs économiques et techniques pour une plus grande flexibilité et une meilleure efficacité.

Qualité

L'assurance qualité commence avec le développement des produits et se termine avec l'inspection des emballages et des expéditions. Sept postes d'inspection clés garantissent une qualité irréprochable :

1. Inspection de matières premières reçues.
2. Inspection et tests du mélange (système d'inspection par n° de lot).
3. Suivi des équipements de production.
4. Suivi des procédés de production basé sur des caractéristiques pertinentes.
5. Inspections visuelles intégrales.
6. Inspection statistique finale.
7. Inspection des emballages et des expéditions.

L'exigence de Parker en matière de qualité est satisfaite uniquement si le produit passe ces postes d'inspection sans détection de défauts.

5.2 Graisse d'assemblage et lubrifiants

De la graisse ou du lubrifiant est utilisé avec tous les types de joints toriques pour faciliter le montage, réduire la friction et prolonger la durée de vie.

Les lubrifiants utilisés pour le montage de joints toriques offrent certainement le meilleur avantage. La force nécessaire lors du montage et le risque d'endommagement par torsion diminuent tous deux. Des joints toriques montés de façon incorrecte peuvent entraîner une défaillance de la machine (voir le chapitre « Instructions de conception et d'assemblage »).

L'utilisation de lubrifiant est particulièrement importante dans les applications pneumatiques dynamiques.

Un lubrifiant doit répondre aux exigences suivantes :

1. Le lubrifiant (et ses additifs) ne doit pas provoquer le gonflement ou le rétrécissement d'un élastomère.
2. Les propriétés du lubrifiant doivent rester constantes sur toute la plage de températures de fonctionnement. Cela signifie que le lubrifiant ne doit ni être liquide à des températures élevées, ni être trop solide à basse température.
3. Le lubrifiant doit être stable sans constituants libres qui pourraient se concentrer sur la surface.
4. Le lubrifiant doit avoir des propriétés adhésives afin de garantir que le film lubrifiant n'est pas éliminé par le joint torique.
5. Compatibilité avec le fluide de contact.
6. Le lubrifiant ne doit pas bloquer les filtres du système.

Parker propose deux lubrifiants couvrant une large gamme d'applications : Parker O-Lube et Parker Super-O-Lube.

Parker O-Lube

Parker O-Lube est un lubrifiant à base d'huile minérale contenant du savon de baryum. Il facilite l'assemblage et prolonge la durée de vie des joints en caoutchouc.

Les meilleurs résultats sont obtenus lorsque le joint d'étanchéité et ses surfaces sont traités avec de la graisse.

Parker-O-Lube offre une bonne résistance à l'eau, adhère bien aux surfaces et offre des propriétés lubrifiantes appréciables.

Ce produit est particulièrement adapté aux applications à basse pression avec un mouvement alternatif, oscillant ou un mouvement de rotation dynamique lent.

Parker-O-Lube est déconseillé pour les systèmes équipés de microfiltres ou pour les joints qui ne sont pas compatibles avec les huiles minérales (par exemple, les joints en butyle ou en caoutchouc éthylène-propylène).

Parker O-Lube est disponible en tubes de 110 g et en seaux de 16 kg :

Code de commande Parker pour le tube de 110 g : 30001000001
Code de commande Parker pour le seau de 16 kg : 30001000002

5 Autres produits et accessoires



Fig. 5.1 Parker O-Lube

Caractéristiques techniques

- Ingrédients : env. 80 % d'huile minérale, env. 20 % de stéarate de baryum, max. 0,2 % d'eau
- Point de solidification : -4 °C
- Point d'éclair : +224 °C
- Plage de températures recommandée : -30 °C à +120 °C

Parker Super-O-Lube

Parker Super-O-Lube est un lubrifiant à base de silicone et complète la gamme de lubrifiants compatibles avec tous les élastomères (les matières en silicone doivent être manipulées avec précaution ; une quantité minimale de Super-O-Lube doit être appliquée). Ce lubrifiant est connu pour ses propriétés adhésives, adhérant ainsi à la fois au métal et aux pièces en caoutchouc. Il présente une résistance à une gamme de températures exceptionnellement vaste. Les matières insaturées, telles que le caoutchouc NBR par exemple, sont particulièrement sensibles à la fissuration due à l'ozone, à moins qu'elles ne soient protégées par une fine pellicule de graisse. Super-O-Lube offre les meilleurs résultats lorsqu'elle est appliquée sous la forme d'un film mince et étant inerte, elle est adaptée à de nombreux fluides. Super-O-Lube est également approprié pour les applications à haute pression et les traitements sous vide.

Il est non toxique et ne bloque pas les systèmes équipés de microfiltres (jusqu'à 30 µm). Parker O-Lube est disponible en tubes de 55 g et en seaux de 3,6 kg ou de 18 kg :

Code de commande Parker pour le tube de 55 g : 31001100001

Code de commande Parker pour le seau de 3,6 kg : 31001100002

Code de commande Parker pour le seau de 18 kg : 31001100003



Fig. 5.2 Parker Super-O-Lube

Caractéristiques techniques

- Ingrédients : Silicone, graisse
- Point de solidification : -33 °C
- Point d'éclair : +321 °C
- Plage de températures recommandée : -55 °C à +200 °C

5.3 Assortiments de joints toriques

La mallette de transport pratique de Parker pour les joints toriques est idéalement adaptée aux réparations, aux travaux d'assemblage et aux ateliers, et elle permet enfin de simplifier la recherche du bon joint torique.

Parker propose cette mallette dans différentes versions : avec des joints toriques sélectionnés de dimensions standard métriques et impériales et avec les matériaux appropriés, ou avec un contenu personnalisé. Compacte, bien aménagée et toujours à portée de main, la mallette fournit les matériaux nécessaires pour une utilisation rapide.

5.3.1 Mallette de joints toriques n° 2

La mallette de joints toriques n° 2 comprend 492 joints toriques dans 37 dimensions impériales différentes. Tous les joints toriques sont fabriqués à partir de matières Parker éprouvées. La mallette est proposée en trois versions de matières :

Élastomère de base : NBR
 Matière Parker : N0552-90
 Dureté : 90 Shore A
 Code de commande Parker : 360402N0552

Élastomère de base : NBR
 Matière Parker : N0674-70
 Dureté : 70 Shore A
 Code de commande Parker : 360402N0674

Élastomère de base : FKM (Viton)
 Matière Parker : V0747-75
 Dureté : 75 Shore A
 Code de commande Parker : 360402V0747



Fig. 5.3 Mallette de joints toriques n° 2

5 Autres produits et accessoires

Mallette de joints toriques n° 2 – Sommaire				
N°	N° Parker	Dimension		Quantité
		d ₁	d ₂	
1	2-006	2,90	× 1,78	32
2	2-007	3,68	× 1,78	32
3	2-008	4,47	× 1,78	32
4	2-009	5,28	× 1,78	32
5	2-010	6,07	× 1,78	32
6	2-011	7,65	× 1,78	32
7	2-012	9,25	× 1,78	32
8	2-110	9,19	× 2,62	13
9	2-111	10,77	× 2,62	13
10	2-112	12,37	× 2,62	13
11	2-113	13,94	× 2,62	13
12	2-114	15,54	× 2,62	13
13	2-115	17,12	× 2,62	13
14	2-116	18,72	× 2,62	13
15	2-210	18,64	× 3,53	9
16	2-211	20,22	× 3,53	9
17	2-212	21,82	× 3,53	9
18	2-213	23,39	× 3,53	9
19	2-214	24,99	× 3,53	9
20	2-215	26,57	× 3,53	9

Mallette de joints toriques n° 2 – Sommaire				
N°	N° Parker	Dimension		Quantité
		d ₁	d ₂	
21	2-216	28,17	× 3,53	9
22	2-217	29,74	× 3,53	9
23	2-218	31,34	× 3,53	9
24	2-219	32,92	× 3,53	9
25	2-220	34,52	× 3,53	9
26	2-221	36,09	× 3,53	9
27	2-222	37,69	× 3,53	9
28	2-325	37,47	× 5,33	6
29	2-326	40,64	× 5,33	6
30	2-327	43,82	× 5,33	6
31	2-328	46,99	× 5,33	6
32	2-329	50,17	× 5,33	6
33	2-330	53,34	× 5,33	6
34	2-331	56,52	× 5,33	6
35	2-332	59,69	× 5,33	6
36	2-333	62,87	× 5,33	6
37	2-334	66,04	× 5,33	6

Tab. 5.1 Mallette de joints toriques n° 2 - contenu

Élastomère de base	Matière Parker	Dureté [Shore A]	Couleur	Application générale recommandée ¹⁾
NBR	N0674-70	70	noir	<ul style="list-style-type: none"> • matière standard • Généralement adaptée aux systèmes hydrauliques et pneumatiques. Compatible avec de l'huile hydraulique, l'eau-glycol (fluides HFC) et les émulsions d'huile dans l'eau (fluides HFA). • Résistance à l'huile minérale et aux produits à base d'huiles minérales, animales et végétales.
NBR	N0552-90	90	noir	<ul style="list-style-type: none"> • matière standard • Pour les hautes températures. • Huile chaude. • Solvants aromatiques. • Résistance à une large gamme de produits chimiques. • Fluides résistants au feu avec ester de phosphate et base d'hydrocarbure chloré. • Copolymère.
FKM	V0747-75	75	noir	

¹⁾ Pour de plus amples informations, consultez le tableau des compatibilités avec les fluides, (voir l'Annexe).

Tab. 5.2 Informations détaillées concernant les matières des joints toriques Parker pour la mallette n° 2

5 Autres produits et accessoires

5.3.2 Mallette de joints toriques n° 4

La mallette de joints toriques n° 4 contient 382 joints toriques dans 30 dimensions impériales différentes et fabriqués à partir des matières de qualité éprouvée de Parker.

Élastomère de base : NBR
 Matière Parker : N0674-70
 Dureté : 70 Shore A
 Code de commande Parker : 370404N0674



Fig. 5.4 Mallette de joints toriques n° 4

Mallette de joints toriques n° 4 – Sommaire				
N°	N° Parker	Dimension		Quantité
		d ₁	d ₂	
6	2-006	2,90	× 1,78	20
7	2-007	3,68	× 1,78	20
8	2-008	4,47	× 1,78	20
9	2-009	5,28	× 1,78	20
10	2-010	6,07	× 1,78	20
11	2-011	7,65	× 1,78	20
12	2-012	9,25	× 1,78	20
110	2-110	9,19	× 2,62	13
111	2-111	10,77	× 2,62	13
112	2-112	12,37	× 2,62	13
113	2-113	13,94	× 2,62	13
114	2-114	15,54	× 2,62	13
115	2-115	17,12	× 2,62	13
116	2-116	18,72	× 2,62	13
210	2-210	18,64	× 3,53	10
211	2-211	20,22	× 3,53	10
212	2-212	21,82	× 3,53	10
213	2-213	23,39	× 3,53	10
214	2-214	24,99	× 3,53	10
215	2-215	26,57	× 3,53	10
216	2-216	28,17	× 3,53	10
217	2-217	29,74	× 3,53	10
218	2-218	31,34	× 3,53	10
219	2-219	32,92	× 3,53	10

Mallette de joints toriques n° 4 – Sommaire

N°	N° Parker	Dimension		Quantité
		d ₁	d ₂	
220	2-220	34,52	× 3,53	10
221	2-221	36,09	× 3,53	10
222	2-222	37,69	× 3,53	10
325	2-325	37,47	× 5,33	7
326	2-326	40,64	× 5,33	7
327	2-327	43,82	× 5,33	7

Tab. 5.3 Mallette de joints toriques n° 4 - contenu

5.3.3 Mallette de joints toriques n° 6

La mallette de joints toriques n° 6 contient 407 joints toriques dans 32 dimensions impériales différentes et fabriqués à partir des matières de qualité éprouvée de Parker.

Élastomère de base : NBR
 Matière Parker : N0674-70
 Dureté : 70 Shore A
 Code de commande Parker : 370406N0674



Fig. 5.5 Mallette de joints toriques n° 6

Mallette de joints toriques n° 6 – Sommaire

N°	N° Parker	Dimension		Quantité
		d ₁	d ₂	
6	2-006	2,90	× 1,78	20
8	2-008	4,47	× 1,78	20
10	2-010	6,07	× 1,78	20
11	2-011	7,65	× 1,78	20
12	2-012	9,25	× 1,78	20
14	2-014	12,42	× 1,78	20
110	2-110	9,19	× 1,78	13
111	2-111	10,77	× 2,62	13
112	2-112	12,37	× 2,62	13
113	2-113	13,94	× 2,62	13
114	2-114	15,54	× 2,62	13
115	2-115	17,12	× 2,62	13

5 Autres produits et accessoires

Mallette de joints toriques n° 6 – Sommaire				
N°	N° Parker	Dimension		Quantité
		d ₁	d ₂	
116	2-116	18,72	× 2,62	13
117	2-117	20,29	× 2,62	13
118	2-118	21,89	× 2,62	13
210	2-210	18,64	× 3,53	10
211	2-211	20,22	× 3,53	10
212	2-212	21,82	× 3,53	10
213	2-213	23,39	× 3,53	10
214	2-214	24,99	× 3,53	10
215	2-215	26,57	× 3,53	10
216	2-216	28,17	× 3,53	10
217	2-217	29,74	× 3,53	10
218	2-218	31,34	× 3,53	10
219	2-219	32,92	× 3,53	10
220	2-220	34,52	× 3,53	10
221	2-221	36,09	× 3,53	10
222	2-222	37,69	× 3,53	10
223	2-223	40,87	× 3,53	10
224	2-224	44,04	× 3,53	10
225	2-225	47,22	× 3,53	10
226	2-226	50,39	× 3,53	10

Tab. 5.4 Mallette de joints toriques n° 6 - contenu

5.3.4 Mallette de joints toriques n° 7

La mallette de joints toriques n° 7 contient 408 joints toriques dans 32 dimensions impériales différentes. Tous les joints toriques sont fabriqués à partir de la matière éprouvée N0674-70 de Parker.

Élastomère de base : NBR
 Matière Parker : N0674-70
 Dureté : 70 Shore A
 Code de commande Parker : 370407N0674



Fig. 5.6 Mallette de joints toriques n° 7

Mallette de joints toriques n° 7 – Sommaire			
N°	Dimension	Quantité	
		d ₁	d ₂
6	3,00 × 2,00	20	
8	5,00 × 2,00	20	
10	6,00 × 2,00	18	
11	8,00 × 2,00	18	
12	10,00 × 2,00	18	
14	13,00 × 2,00	18	
110	10,00 × 2,50	14	
111	12,00 × 2,50	14	
112	14,00 × 2,50	14	
113	15,00 × 2,50	14	
114	16,00 × 2,50	14	
115	18,00 × 2,50	14	
116	20,00 × 2,50	14	
117	21,00 × 2,50	14	
118	22,00 × 2,50	14	
210	18,00 × 3,50	10	
211	20,00 × 3,50	10	
212	22,00 × 3,50	10	
213	23,00 × 3,50	10	
214	25,00 × 3,50	10	
215	27,00 × 3,50	10	
216	28,00 × 3,50	10	
217	30,00 × 3,50	10	
218	31,00 × 3,50	10	
219	32,00 × 3,50	10	
220	34,00 × 3,50	10	
221	36,00 × 3,50	10	
222	38,00 × 3,50	10	
223	41,00 × 3,50	10	
224	44,00 × 3,50	10	
225	46,00 × 3,50	10	
226	50,00 × 3,50	10	

Tab. 5.5 Mallette de joints toriques n° 7 - contenu

Autres mallettes

D'autres mallettes pour MS 33656 (patrons de joint pour raccords de tubes) sont disponibles dans la matière N0552-90 (Mallette n°8) et selon la norme métrique japonaise JIS B 2401 dans la matière N0674-70 Mallette n°5).

5.4 Cône et ruban de mesure pour joints toriques

Le cône de mesure peut être utilisé pour une détermination rapide et précise des dimensions de joints toriques de la série 2-xxx jusqu'à 75 mm de diamètre. Le diamètre de la section de référé-

5 Autres produits et accessoires

rence est facilement déterminé en utilisant la fente de calibrage située à la base du cône.

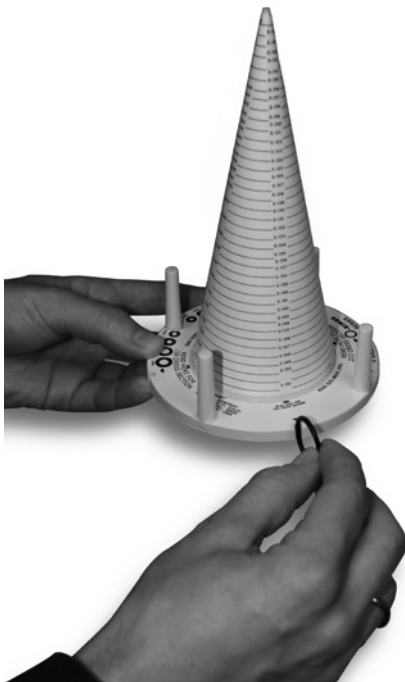


Fig. 5.7 Détermination de la section

Chaque section correspond à une ligne de mesure sur le cône de mesure. À titre d'exemple, une section de 2,62 mm correspond à la série 2-1xx. La série 2-1xx est lue directement sur le cône au-dessus de la fente de calibrage pour la section de 2,62 mm. Le diamètre intérieur correspondant en millimètres peut alors être déterminé à partir de la liste des tailles.



Fig. 5.8 Détermination du numéro de taille 2-xxx avec le cône de mesure

Le ruban de mesure convient pour mesurer les joints toriques de diamètre jusqu'à 200 mm et il est utilisé de la même manière que le cône. Les différentes échelles figurant sur le ruban s'appliquent aux différentes sections :

Code de commande Parker pour le cône de mesure/ruban de mesure : 55000100000



Fig. 5.9 Détermination des dimensions du joint torique à l'aide du ruban de mesure

5.5 Outils pour montage des joints toriques

Parker a développé ces outils pour améliorer le montage et le démontage.

Ces outils permettent le montage et le retrait des joints toriques de manière beaucoup plus aisée et ils permettent d'éviter les dommages. Le kit de deux pièces est proposé dans une pochette en plastique. Une version en plastique des outils est également disponible et peut être utilisée pour les surfaces sensibles. (Remarque : la version standard est en métal.)

Code de commande Parker des auxiliaires de montage (métal) : 55000200000

Code de commande Parker des auxiliaires de montage (plastique) : 55000200001



Fig. 5.10 Auxiliaires de montage de joint torique

5.6 Revêtements de surface Parcoat® – une approche en douceur du montage des joints toriques

Revêtements de surface traités ParCoat® permettent un assemblage automatique sans friction, en exerçant seulement une force minimale. Les joints toriques ne collent pas ensemble pendant le processus d'alimentation et, en fonction de leur type, ils peuvent

être étirés de plus de 150 % sans rompre ni déchirer le revêtement antifricction.

Les joints toriques non traités, en revanche, ont souvent besoin de deux fois plus de force, ce qui peut entraîner des problèmes d'étanchéité et le blocage des composants d'assemblage. Les traitements de surface et les techniques de revêtement classiques, telles que la lubrification, ne sont pas suffisants pour améliorer la capacité de glissement des joints d'étanchéité et contribuent à la contamination des composants de l'assemblage. Les défauts issus du processus d'assemblage entraînent des coûts supplémentaires en termes d'inspections, dépassant clairement le surcoût relativement minime induit par les joints toriques traités ParCoat®.

La propre solution ParCoat® EH solution (standard) est un film polymère pas plus épais que quelques microns (μm), avec des propriétés remarquables en matière de glissement qui peuvent être appliquées au joint sans dégrader l'élasticité de la matière de base.

Selon le fluide de contact, le revêtement peut se désintégrer en particules minuscules peu de temps après l'assemblage. Cette désintégration n'a pour effet ni de contaminer le fluide, ni d'entraîner des dysfonctionnements. Des tests d'exposition comportant trois fluides de test différents, suivis d'un compte de particules ultérieur, ont confirmé qu'il n'y a aucune différence entre les fluides avant et après l'exposition à ParCoat®.

Avantages

- Forces de friction considérablement réduites.
- Aucun dommage infligé aux joints lors de l'assemblage ou de l'installation.
- Processus d'assemblage plus rapide et plus rentable.
- Amélioration de l'étanchéité interfaciale, en particulier pour assurer l'étanchéité contre les gaz.
- Les joints ne collent pas ensemble pendant le processus d'alimentation automatique.
- Aucune contamination.
- Le revêtement ParCoat® translucide permet d'éviter les risques de confusion, car la couleur des matières élastomères de base reste visible.
- Capacité d'allongement supérieure à 150 %, selon le type.
- Adaptation à pratiquement tous les types d'élastomères standards.
- Disponible en différentes couleurs.

En outre, le revêtement est translucide, permettant aux élastomères d'être identifiés par leurs couleurs spécifiques, éliminant ainsi le risque de confusion.

Il est généralement appliqué durant les processus d'assemblage initiaux, automatiques et multiples. En raison de sa faible épaisseur, ParCoat® EH ne convient pas pour la réalisation d'améliorations permanentes de capacités de glissement dans les applications d'étanchéité dynamiques, par exemple.

Revêtements de surface ParCoat® le traitement de surface a été intégré dans les procédés de fabrication réguliers, favorisant ain-

si à grande échelle les processus de contrôle, la flexibilité et les délais courts. Parker produit des joints toriques traités fabriqués à partir de toutes les matières standard.

Exemples d'applications

Ingénierie automobile :

- Circuits de climatisation
- Raccords rapides du circuit de carburant
- Capteurs
- Branchements électriques

Applications industrielles :

- Vannes et instruments
- Connecteurs
- Instruments de mesure
- Raccords

5 Autres produits et accessoires

ParCoat®-Type ¹⁾	Traitement	Épaisseur du revêtement [µm]	Apparence	Utilisation ²⁾			Matières préférées	Contamination du matériel d'alimentation	Couleur
				Alimentation	Montage	Assemblage multiple			
ParCoat® EH	résine élastomère	< 5	solide, sèche	++	++	+	tous	non	translucide
ParCoat® SIH	verniss multicomposant	5 - 3	solide, sèche	++	++	++	EPDM, NBR, FKM, VMQ	non	noir, translucide
ParCoat® LST	verniss standard	5 - 30	solide, sèche	++	++	+	EPDM, NBR, FKM, VMQ	non	translucide, semi-mate
ParCoat® SFR	verniss sans silicone	5 - 10	solide, sèche	++	++	+	EPDM, NBR, FKM, VMQ	non	laiteuse translucide
ParCoat® PLU	polymérisation par plasma ^{USP}	-	solide, sèche	++	++	+	EPDM, NBR, VMQ	non	identique à la matière de base
ParCoat® PLS	polymérisation par plasma standard	-	solide, sèche	+	+	+	EPDM, NBR, VMQ	non	identique à la matière de base
ParCoat® HA	halogénéation	-	solide, sèche	+	+	+	insaturée (par ex. : NBR)	non	identique à la matière de base
ParCoat® TFE	revêtement PTFE	25 - 40	solide, sèche	++	++	++	tous	non	grise et autres couleurs
ParCoat® SIE	Si-émulsion	-	huileuse	+	0	+	tous sauf VMQ	élevée	translucide
ParCoat® FDA	verniss sans silicone	20 - 30	solide, sèche	++	+	+	tous	non	translucide
ParCoat® KTW	résine élastomère	< 5	solide, sèche	++	+	+	EPDM, HNBR, NBR, FKM, FVMQ	non	translucide

¹⁾ Autres types de revêtements ParCoat® sur demande

²⁾ -: non recommandé, 0 : modérément approprié, + : approprié, ++ : très approprié

Tab. 5.6 Revêtements de surface ParCoat® et procédés de traitement de surface

Commandes de commande :

Taille de joint torique : 2-214

Matière : N0674-70

Revêtements de surface ParCoat® : EH

6.1 Informations générales

La connaissance des exigences mécaniques et des fluides (fluide hydraulique, graisses, solvants, eau, etc.) avec lesquels le matériau entre en contact est importante pour la sélection du matériau approprié.

La grande majorité des joints d'étanchéité se compose de matériaux polymères. Les polymères sont des macromolécules constituées d'une répétition (polymérisation, polyaddition, polycondensation) de petites unités moléculaires (monomères).

Lorsqu'un monomère (par exemple le gaz d'éthylène) est polymérisé, le produit résultant est appelé un homopolymère (c'est-à-dire un polyéthylène de matière plastique). Si deux ou plusieurs monomères sont impliqués dans la composition du polymère (de l'éthylène et du propylène gazeux, par exemple), la polymérisation produit des copolymères (par exemple, de l'éthylène-propylène).

Il existe essentiellement trois types de copolymères. La différence entre eux dépend de l'agencement des différents monomères (par exemple, A et B) dans la macromolécule du copolymère :

- Copolymères statistiques (arrangement aléatoire des monomères).
- Les copolymères à blocs (dispositions des monomères dans des blocs ou des segments).
- Les copolymères greffés (polymérisation ultérieure de monomères sous la forme de chaînes latérales sur une chaîne existante du polymère principal).

-A-A-B-A-B-B-A-A-A-B-B-A-B-

Copolymères statistiques

-A-A-A-A-B-B-B-B-B-A-A-A-

Copolymères à blocs.

**-A-A-A-A-A-A-A-A-
B-B-B B-B-B**

Traduction manquante

Fig. 6.1 Arrangement des monomères dans les copolymères

Les matériaux polymères peuvent être divisés en quatre groupes selon leurs propriétés de déformation mécanique à température ambiante :

- Matériaux thermoplastiques
- Élastomères (caoutchouc/caoutchouc réticulé)
- Élastomères thermoplastiques (TPE)
- Matériaux plastiques thermodurcissables

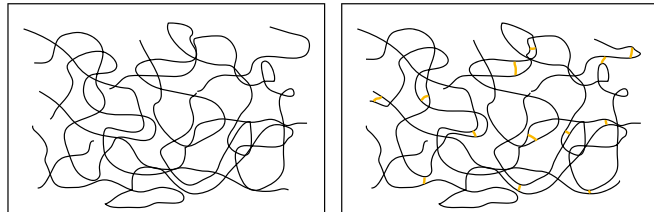
La plupart des matériaux utilisés pour les joints sont des élastomères et des élastomères thermoplastiques à base de copolymères à blocs.

6.2 Vue d'ensemble des matériaux d'étanchéité

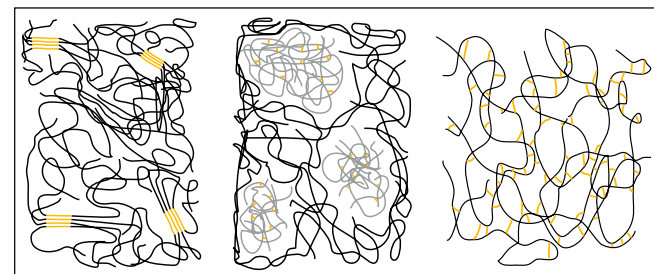
Les matériaux d'étanchéité sont modifiés pour répondre à un large éventail d'exigences existantes en matière d'étanchéité. Comme cela est décrit ci-dessous, les matériaux utilisés peuvent être répartis entre les groupes de matières thermoplastiques, les élastomères, les élastomères thermoplastiques ou thermodurcissables.

6.2.1 Matériaux thermoplastiques (plastomères)

Les matériaux thermoplastiques sont constitués de macromolécules non réticulées qui sont souples ou malléables. Pour les traiter, les matériaux sont fondus et solidifiés à nouveau dans un moule refroidi. Ils sont relativement faciles à traiter et recyclables. Comme les matériaux thermoplastiques sont utilisés en dessous de la température de transition vitreuse, ils sont durs et ne conviennent donc pas pour les joints toriques dans les applications d'étanchéité.



À gauche : matériaux thermoplastiques non réticulés, à droite : réticulation à larges mailles d'élastomères



Polymère bloc (à gauche), mélange de polymères (au centre)
Élastomères thermoplastiques (au centre et à gauche) et thermodurcissables - réticulation à mailles serrées (à droite)

Fig. 6.2 Représentation schématique des macromolécules de matériaux polymères

6.2.2 Élastomères

Le matériau de base des matières en caoutchouc ou des élastomères est le caoutchouc non vulcanisé, qui est produit soit sous forme de caoutchouc naturel dans les plantations ou fabriqué par l'industrie chimique. Les caoutchoucs synthétiques les plus importants sont présentés dans le tableau 6.1. Pour de plus amples détails, consultez la section 6.6.

Les matières en élastomère sont constituées de 50 à 60 % de caoutchouc non vulcanisé en fonction de leur poids. Le reste est constitué de fines, d'agents de vulcanisation, d'accélérateurs, de retardateurs de vieillissement et d'autres additifs qui renforcent et modifient les propriétés de la matière première de manière à répondre aux exigences particulières d'une application spécifique.

6 Matières d'étanchéité en élastomère

Matière Parker ¹⁾	Nom chimique	Abréviation	
		DIN ISO 1629 / ASTM D-1418-79	DIN ISO 18064
Groupe M (molécules de carbone saturées en chaînes de macromolécules principales) :			
A8845-70	• caoutchouc de polyacrylate	ACM	
-	• caoutchouc de polyéthylène chloré	CM	
-	• caoutchouc chlorosulfonyl-polyéthylène	CSM	
E0540-80	• caoutchouc d'éthylène-propylène-diène	EPDM	
-	• caoutchouc d'éthylène-propylène	EPM	
V0747-75	• fluoroélastomère	FKM	
V3896-70	• caoutchouc copolymère de propylène tétrafluoroéthylène	FEPM ²⁾	
V3819-75	• fluoroélastomère • HiFluor [®]	FKM	
V8545-75	Élastomère perfluoré	FFKM	
Group R (chaîne carbonée insaturée d'hydrogène) :			
-	• caoutchouc butadiène	BR	
C0557-70	• caoutchouc chloroprène	CR	
-	• caoutchouc d'isoprène isobutène (caoutchouc butyle)	IIR	
-	• caoutchouc bromobutyle	BIIR	
-	• caoutchouc chlorobutyle	CIIR	
-	• caoutchouc isoprène	IR	
N0674-70	• caoutchouc acrylonitrile-butadiène	NBR	
N3554-75	• caoutchouc acrylonitrile-butadiène hydrogéné	HNBR	
-	• caoutchouc naturel	NR	
-	• caoutchouc styrène-butadiène	SBR	
Groupe Q (avec silicone dans la chaîne principale) :			
L0677-70	• caoutchouc fluorosilicone	FVMQ	
-	• caoutchouc de silicone de méthyle phényle	PMQ	
-	• caoutchouc de silicone de méthyle phényle vinyle	PMVQ	
-	• caoutchouc de silicone de méthyle	MQ	
S0604-70	• caoutchouc de silicone de méthyle vinyle	VMQ	
Élastomères thermoplastiques (TPE)			
P5008	• polyester-uréthane (thermoplastique)		TPU
P5001	• polyéther/ester-uréthane (thermoplastique)		TPU

¹⁾ Autres matières à la section 6.6.

²⁾ Abréviation seulement pour la norme ASTM D-1418-79

Tab. 6.1 Les principaux types de caoutchoucs synthétiques, leurs groupes et abréviations

Les élastomères utilisés pour les joints, et en particulier ceux utilisés dans les joints toriques, garantissent des performances d'étanchéité fiable à long terme si les exigences de conception suivantes sont respectées :

Sélection d'un élastomère approprié

Pour garantir une résistance chimique et thermique avec le fluide de contact, il est nécessaire de sélectionner l'élastomère approprié. Les figures 6.5 et 6.6 indiquent ces résistances. Des informations détaillées peuvent être trouvées dans le tableau Parker des compatibilités avec les fluides à l'Annexe.

Des matières optimisées avec des propriétés constantes

Comme les propriétés physiques du caoutchouc sont améliorées grâce à des additifs afin de répondre aux exigences élevées des applications techniques, les modifications, même mineures, d'une formulation, peuvent gravement nuire aux propriétés d'un élastomère, par exemple en modifiant sa dureté, sa résistance à la traction, son allongement ou sa résistance à l'usure. Pour éviter cela, Parker a créé un programme d'identification des lots contrôlés (CBI). Après avoir quitté le broyeur à cylindres, chaque mélange de matériaux reçoit un numéro de série (numéro de lot) et il est ensuite testé en laboratoire. Si le résultat est positif, le mélange est approuvé pour la production. Les caractéristiques de la matière qui ont été déterminées (épaisseur, dureté, résistance à la traction, allongement à la rupture) sont archivées. Le numéro de lot se trouve sur chaque boîte de joints toriques. De cette façon, l'historique d'un joint torique Parker peut être retracé jusqu'à son origine, même après plusieurs années.

Courbe de température optimale au cours de la vulcanisation

Au cours de la vulcanisation, la matière subit une transition de l'état plastique à l'état élastique (voir la figure), et l'élastomère acquiert la propriété essentielle pour assurer l'étanchéité : la résilience (comparer avec la déformation rémanente après compression, à la section 8.6). La température de vulcanisation détermine la vitesse de réaction. Le degré optimal de réticulation ne peut être atteint que si la température nécessaire est maintenue tout au long du procédé.

6.2.3 Élastomères thermoplastiques (TPE)

La création d'élastomères thermoplastiques poursuit l'objectif d'associer les propriétés des élastomères et des matériaux thermoplastiques. Les matériaux présentent l'élasticité du caoutchouc à des températures de service, mais ils sont aptes à subir un traitement thermoplastique à des températures plus élevées.

Les élastomères thermoplastiques peuvent être divisés en deux groupes principaux :

1. Alliages d'élastomères et mélanges de polymères.
2. Copolymères à blocs.

Alliages d'élastomères et mélanges de polymères

Les matériaux TPE peuvent être créés en mélangeant du caoutchouc non ou seulement légèrement réticulé ou en utilisant un procédé de vulcanisation dynamique pendant l'étape de mélange, ou un procédé de mélange d'élastomères réticulés avec un matériau thermoplastique. Il en résulte un matériau avec des propriétés élastomères qui convient au traitement thermoplastique. Des représentants de ce groupe sont mentionnés dans le tableau suivant. Cependant, l'inconvénient de cette méthode de traitement à faible coût est que la déformation rémanente après compression est généralement trop élevée pour les applications d'étanchéité et la résilience dynamique est amoindrie.

Copolymères à blocs.

D'autres procédés visent à copolymériser les matières premières thermoplastiques ou caoutchouc et de synthétiser un polyamide, un polyester, un polyéther ou un polyuréthane en segments, afin d'obtenir le profil de propriétés désiré. Ces copolymères partagent la propriété de réticulation physique via des forces intermoléculaires. La réticulation chimique n'a pas lieu dans ce cas.

L'emploi de polyuréthanes thermoplastiques (TPU) dans l'industrie du joint n'a cessé de progresser au cours des dernières années en raison de la résistance à l'usure exceptionnelle de ces matériaux. En ce qui concerne la résistance au déchirement, la résistance à la traction, les matériaux TPU présentant un module à 100 % d'allongement à la rupture offrent des avantages par rapport aux élastomères standard.

Dans le cas des matériaux TPU, les segments durs et mous sont liés les uns aux autres par l'intermédiaire d'une réaction d'uréthane. Les segments durs peuvent se regrouper pour former des zones cristallines et créer ainsi physiquement des macromolécules réticulées. À des températures supérieures, ces zones peuvent être brisées, ce qui permet d'appliquer le traitement thermoplastique au matériau TPU. Après moulage, la pièce finie doit être stockée à nouveau à plus haute température, de sorte que les superstructures des segments durs et mous séparés puissent se former à nouveau.

En faisant varier l'agencement des segments durs et mous, un grand nombre de polyuréthanes thermoplastiques spécifiquement optimisés peut être obtenu.

Les élastomères thermoplastiques, comparés aux élastomères vulcanisés, sont beaucoup plus faciles à traiter et à recycler en raison de leur capacité à fusionner. Toutefois, cela limite leur utilisation à des températures plus élevées. Certaines propriétés des types d'élastomères thermoplastiques les plus couramment utilisés sont répertoriées dans le tableau ci-dessous.

Les matériaux d'étanchéité TPU en particulier sont caractérisés par une très haute résistance à l'abrasion. Ils offrent d'excellentes performances dynamiques et une bonne résistance aux intempéries et aux fluides. En outre, ils présentent des avantages en termes d'étanchéité au gaz et d'explosion décompression. Parmi les autres propriétés importantes, on note également une excellente résistance à l'ozone, à l'oxygène et aux rayonnements UV.

6.2.4 Matériaux plastiques thermodurcissables (duromères)

Les matériaux thermodurcissables sont constitués de macromolécules réticulées à trois dimensions. Ils sont durs et cassants, et ils n'autorisent qu'une très faible déformation élastique, même lorsqu'ils sont soumis à des forces élevées jusqu'à ce que la température de décomposition soit atteinte.

Alliages et mélanges d'élastomères Mélanges avec des polyoléfinés thermoplastiques		Copolymères à blocs.	
TPO	peu ou pas de réticulation	TPU	polyuréthanes thermoplastiques (à base d'éther, d'ester ou de carbonate)
TPV	caoutchouc réticulé par phase	TPC	polyétherester (copolyesterélastomère)
TPZ	autres, non classés, par ex. : ACM/PA, EPDM/PP, EVA/PVDC, FKM/PVDF, NBR/PP, NR/PP	TPA	polyétheramides, polyesteramides
		TPS	Copolymères de styrène triséquencés par ex. : <ul style="list-style-type: none"> • SBS (styrène butadiène styrène) • SIS (styrène isoprène styrène) • SEBS (styrène éthylène/butylène styrène)

Tab. 6.2 Grades et noms des matériaux TPE les plus couramment utilisés selon la norme ISO 18064

6 Matières d'étanchéité en élastomère

Pour produire des pièces moulées, les matériaux de moulage thermodurcissables sont irréversiblement réticulés chimiquement et restent indéformables jusqu'à la température de décomposition. Par rapport aux élastomères, le degré de réticulation des matériaux thermodurcissables est beaucoup plus élevé.

Les matériaux thermodurcissables les plus importants sont les phénoplastes, les aminoplastes et les matériaux époxy réticulés ou les résines de polyester insaturé. Ils ne sont pas utilisés en tant que joints toriques.

6.3 Élastomères de base

6.3.1 Caoutchouc acrylonitrile-butadiène (NBR)

Appellations commerciales :

Perbunan®	Lanxess
Nipol®	Zeon
Europrene®	Eni Versalis

Le caoutchouc nitrile (NBR) est le terme général pour désigner le polymère de mélange acrylonitrile-butadiène. La teneur en acrylonitrile varie dans les produits techniques (18 à 50 %) et influe sur les propriétés de l'élastomère. Plus la teneur en acrylonitrile est élevée, meilleure est la résistance à l'huile et au carburant. Dans le même temps, l'élasticité et la compression sont amoindries (voir la figure).

Souvent, un compromis est trouvé et une teneur moyenne en acrylonitrile est sélectionnée.

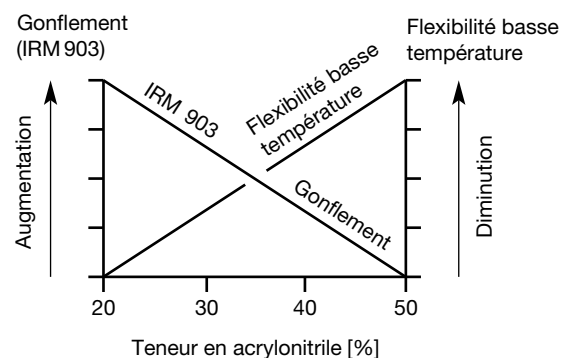


Fig. 6.3 Influence de la teneur en acrylonitrile

Le caoutchouc NBR possède de bonnes propriétés mécaniques et une résistance à l'usure élevée par rapport aux autres élastomères. Le caoutchouc NBR ne résiste pas aux intempéries, ni à l'ozone.

Résistance à la chaleur : jusqu'à +100 °C, durée de vie réduite à +120 °C (à des températures élevées, le vieillissement s'accélère ; le vieillissement se produit à un rythme plus lent dans l'huile que dans l'air chaud).

Flexibilité basse température : fonction de la composition entre -20 °C et -55 °C.

Résistance chimique aux composés suivants :

- Hydrocarbures aliphatiques (propane, butane, lubrifiant pétrolier, huile et graisse minérales, carburant diesel, mazout).
- Huiles et graisses végétales et animales.
- Fluides HFA, HFB et HFC.
- Nombreux acides dilués, substances alcalines et solutions salines à basse température.
- Eau (matières spéciales jusqu'à +100 °C).

Ne résiste pas aux composés suivants :

- Carburants à haute teneur en aromatiques (pour les carburants super, -une matière spéciale doit être utilisée).
- Hydrocarbures aromatiques (benzène).
- Hydrocarbures chlorés (trichloréthylène).
- Solvants polaires (cétone, acétone, acide acétique, éthylène-ester).
- Acides forts.
- Liquide de frein à base de glycol.
- Résistant à l'ozone, aux intempéries et au vieillissement.

6.3.2 Caoutchouc butadiène (BR)

Appellations commerciales :

Buna® CB	Lanxess
Europrene® Neocis	Eni Versalis

Le caoutchouc polybutadiène (BR) est principalement employé en combinaison avec d'autres caoutchoucs afin d'améliorer la flexibilité basse température et la résistance à l'usure. Le caoutchouc BR est utilisé principalement dans l'industrie du pneumatique, pour les courroies d'entraînement et les tapis roulants et il ne convient pas pour une utilisation comme produit d'étanchéité.

6.3.3 Caoutchouc butyle (IIR)

Appellations commerciales :

Lanxess Butyl	Lanxess
Exxon™ Butyl	Exxon

Le caoutchouc butyle (isobutylène, caoutchouc isoprène, IIR) est produite par de nombreuses entreprises dans les différents grades et sa teneur en isoprène diffère dans de grandes proportions. L'isoprène est utilisé pour la vulcanisation. Le butyle a une faible taux de perméabilité et offre de bonnes propriétés en matière d'isolation électrique.

Résistance à la chaleur : jusqu'à env. 130 °C

Flexibilité à basse température : jusqu'à env. -40 °C

Résistance chimique aux composés suivants :

- Eau chaude et vapeur jusqu'à 130 °C.
- Liquides de frein à base de glycol.
- Nombreux acides (voir le tableau de compatibilités avec les fluides en annexe).

- Solutions salines
- Solutions polaires, par exemple les alcools, les cétones et les esters.
- Fluides hydrauliques à base de polyglycol (fluides HFC) et à base d'esters phosphates (fluides HFD-R).
- Huile et graisse silicone.
- Skydrol 500 et 7000.
- Résistant à l'ozone, aux intempéries et au vieillissement.

Ne résiste pas aux composés suivants :

- Huiles et graisses minérales.
- Carburants.
- Hydrocarbures chlorés.

6.3.4 Caoutchouc chlorobutyle (CIIR).

Appellations commerciales :

Lanxess Chlorbutyl	Lanxess
Exxon™ Chlorbutyl	Exxon

Le caoutchouc chlorobutyle (CIIR) est produit par chloration du caoutchouc butyle. Sa teneur en chlore est de 1,1 % à 1,3 % environ. Outre les propriétés du caoutchouc butyle (IIR), le caoutchouc chlorobutyle (CIIR) offre des propriétés améliorées en matière de déformation rémanente après compression et il peut être mélangé avec d'autres caoutchoucs.

6.3.5 Caoutchouc chloroprène (CR).

Appellations commerciales :

Néoprène	Du Pont™
Baypren®	Lanxess

Le caoutchouc chloroprène fut l'un des premiers caoutchoucs synthétiques et il offre généralement une bonne résistance à l'ozone, aux intempéries, au vieillissement et aux composés chimiques, ainsi que des propriétés mécaniques appréciables et une plage de températures étendue.

Résistance à la chaleur : jusqu'à env. 100 °C (120 °C).

Flexibilité basse température : jusqu'à env. -40 °C

Résistance chimique aux composés suivants :

- Huile minérale à base de paraffine à faible ICE (voir la section 8.8. Par exemple, l'huile ASTM n°1).
- Huile et graisse silicone.
- Eau et solutions aqueuses à températures modérées.
- Réfrigérants (ammoniac, dioxyde de carbone, fréon. Voir le tableau de compatibilités avec les fluides en annexe)
- Résistance améliorée à l'ozone, aux intempéries et au vieillissement par rapport au caoutchouc NBR.

Résistance limitée aux composés suivants :

- Huile minérale de base naphthénique (huiles ASTM n°2 et n°3).
- Hydrocarbures aliphatiques à faible poids moléculaire (propane, butane, carburant).
- Liquides de frein à base de glycol.

Ne résiste pas aux composés suivants :

- Hydrocarbures aromatiques (benzène).
- Hydrocarbures chlorés (trichloréthylène).
- Solvants polaires (cétone, ester, éther, acétone).

6.3.6 Caoutchouc chlorosulfonyl-polyéthylène (CSM)

Appellation commerciale :

Toso-CSM® TOSOH

Le monomère d'éthylène contient des groupes de molécules de chlore et de soufre supplémentaires. Le chlore fournit au vulcanisat la résistance à la flamme et à l'huile minérale, mais il influence également la flexibilité basse température.

Résistance à la chaleur : jusqu'à env. 120 °C

Flexibilité à basse température : jusqu'à env. -30 °C

Résistance chimique aux composés suivants :

- Nombreux acides et substances alcalines.
- Nombreux fluides oxydants.
- Huile et graisse silicone.
- Eau et solutions aqueuses.
- Résistant à l'ozone, aux intempéries et au vieillissement.

Résistance limitée aux composés suivants :

- Hydrocarbures aliphatiques à faible poids moléculaire (propane, butane, pétrole).
- Huiles et graisses minérales, gonflement limité dans les huiles aliphatiques (huile ASTM n° 1), gonflement important dans les huiles naphthéniques et aromatiques (huiles ASTM n° 2 et n° 3)

Ne résiste pas aux composés suivants :

- Hydrocarbures aromatiques (benzène).
- Hydrocarbures chlorés (trichloréthylène).

6.3.7 Caoutchouc épichlorhydrine (CO, ECO)

Appellation commerciale :

Hydrin® Zeon

Le caoutchouc épichlorhydrine se présente sous deux types : l'homopolymère (CO) et le copolymère (ECO). L'homopolymère et le copolymère offrent tous deux une bonne résistance aux huiles minérales, aux carburants et à l'ozone. La résistance aux hautes températures est bonne. La tendance à la déformation rémanente après compression et à la corrosion de la surface d'étanchéité augmente à 150 °C. Le copolymère dispose d'une bonne flexibilité basse température. L'homopolymère offre une résistance élevée à la perméabilité aux gaz.

Résistance à la chaleur : jusqu'à env. 135 °C

Flexibilité à basse température : Cold flexibility: jusqu'à env. -40 °C

Résistance chimique aux composés suivants :

- Huiles et graisses minérales.

6 Matières d'étanchéité en élastomère

- Hydrocarbures aliphatiques (propane, butane, carburant).
- Huiles et graisses silicones.
- Eau à température ambiante.
- Résistant à l'ozone, aux intempéries et au vieillissement.

Ne résiste pas aux composés suivants :

- Hydrocarbures aromatiques et chlorés.
- Cétones et esters.
- Fluides hydrauliques écologiques dans les groupes HFD-R et HFD-S.
- Liquides de frein à base de glycol.

6.3.8 Caoutchouc éthylène-acrylate (AEM)

Appellation commerciale :
Vamac® Du Pont™

Le caoutchouc éthylène-acrylate est un polymère mixte d'éthylène et d'acrylate de méthyle, avec l'addition d'une petite quantité de monomères de réticulation carboxylés. Le caoutchouc éthylène-acrylate ne doit pas être confondu avec le caoutchouc polyacrylate (ACM).

Résistance à la chaleur : jusqu'à 150 °C (jusqu'à 175 °C pendant un court moment).

Flexibilité basse température : selon l'application entre env. -30 °C et -40 °C.

Le caoutchouc éthylène-acrylate offre une très haute résistance à l'ozone et à l'oxygène. Sa résistance à l'huile minérale est bonne, bien que plus faible que celle de la plupart des huiles de grades ACM. Le caoutchouc éthylène-acrylate gonfle dans l'huile ASTM n°1 d'env. 5 % à 10 %, et dans l'huile ASTM n°3 d'env. 45 % à 55 %. Le caoutchouc éthylène-acrylate n'est pas résistant aux cétones, aux carburants et aux liquides de frein.

6.3.9 Caoutchouc Ethylène-propylène (EPM, EPDM)

(abréviations antérieures : APK, APTK, EPR)

Appellations commerciales :

Keltan®	Lanxess
Vistalon®	Exxon
Dutral®	Eni Versalis
Nordel®	Dow Chemicals

L'EPM est un caoutchouc fabriqué comme un copolymère d'éthylène et de propylène. Le caoutchouc éthylène-propylène-diène (EPDM) est produit en utilisant un troisième monomère et il présente des propriétés particulièrement bénéfiques pour des joints avec les fluides hydrauliques de type ester phosphate. Il est largement utilisé dans les systèmes de freinage fonctionnant avec des fluides à base de glycol.

Résistance à la chaleur : jusqu'à 150 °C (max. 180 °C dans l'eau et la vapeur).

Flexibilité à basse température : jusqu'à env. -50 °C

Résistance chimique aux composés suivants :

- Eau chaude et vapeur jusqu'à +150 °C, matières spéciales jusqu'à +180 °C.
- Liquides de frein à base de glycol jusqu'à +150 °C.
- Nombreux acides organiques et inorganiques.
- Agents de nettoyage, soude et substances alcalines à base de potassium.
- Fluides hydrauliques à base de phosphate ester (HFD-R).
- Huile et graisse silicone.
- Nombreux solvants polaires (alcools, cétones, esters).
- Skydrol 500 et 7000.
- Résistant à l'ozone, aux intempéries et au vieillissement.

Ne résiste pas aux composés suivants :

- Produits de l'huile minérale (huiles, graisses et carburants).

6.3.10 Caoutchouc fluorocarbure (FKM)

Appellations commerciales :

DAI-EL™	Daikin
Fluorel®	Dyneon
Tecnoflon®	Solvay Solexis
Viton®	Du Pont™

Le caoutchouc fluorocarbure est connu pour sa large gamme d'applications. Le caoutchouc FKM offre une excellente résistance aux températures élevées, à l'ozone, à l'oxygène, aux huiles minérales, aux fluides hydrauliques, aux carburants de synthèse, aux substances aromatiques et à de nombreux solvants organiques et produits chimiques. La résistance à basse température pour les applications statiques opère jusqu'à env. -25 °C (certaines applications et/ou matières assurent une étanchéité efficace jusqu'à -50 °C). La perméabilité aux gaz est très faible et semblable à celle du caoutchouc butyle. Des matières FPM spéciales offrent une résistance supérieure aux acides, aux combustibles, à l'eau et à la vapeur.

En tant que fluoroélastomère de haute performance, HiFluor® offre une stabilité chimique comparable aux perfluoroélastomères (FFKM) dans quasiment tous les fluides.

En particulier dans les solvants polaires, HiFluor® présente des avantages majeurs par rapport aux polymères FKM conventionnels.

HiFluor® offre une large gamme de solutions d'applications dans tous les secteurs industriels. Des joints toriques classiques dans des dimensions standard (métriques et impériales) jusqu'aux membranes et aux pièces techniques moulées selon les schémas des clients, la matière peut également être traitée dans des composites métal-caoutchouc.

Résistance à la chaleur : jusqu'à 200 °C et avec une durée de vie plus courte à des températures plus élevées.

Flexibilité basse température : jusqu'à env. -25 °C (matières spéciales jusqu'à env. -50 °C).

Résistance chimique aux composés suivants :

- Huiles et graisses minérales, faible gonflement dans les huiles ASTM n°1 à 3.

6 Matières d'étanchéité en élastomère

- Fluides hydrauliques résistant au feu du groupe HFD.
- Huiles et graisses silicones.
- Huiles et graisses animales et végétales.
- Hydrocarbures aliphatiques (carburant, butane, propane, gaz naturel).
- Hydrocarbures aromatiques (benzène, toluène).
- Hydrocarbures chlorés (trichloréthylène et tétrachlorure de carbone).
- Carburants, y compris les carburants méthanol.
- Vide poussé.
- Très bonne résistance à l'ozone, aux intempéries et au vieillissement.

Ne résiste pas aux composés suivants :

- Solvants polaires (acétone, éther de méthyle, cétone, acétate d'éthyle, éther de diathyle, dioxanne).
- Skydrol 500 et 7000.
- Liquides de frein à base de glycol.
- Gaz ammoniac, amine, alcalis.
- Vapeur surchauffée.
- Acides organiques de faible poids moléculaire (acides formique et acétique).

6.3.11 Caoutchouc fluorosilicone (FVMQ)

Appellations commerciales :

Silastic®	Dow Corning
Silopren®	Momentive

Le caoutchouc FVMQ contient des groupes trifluoropropyle, ainsi que des groupes méthyle. Ses propriétés mécaniques et physiques sont très similaires à celles du caoutchouc VMQ.

Cependant, le caoutchouc fluorosilicone offre une résistance très supérieure aux carburants et aux huiles minérales et une résistance à l'air chaud légèrement inférieure par rapport au caoutchouc silicone (VQM).

Résistance à la chaleur : jusqu'à env. 175 °C (200 °C max.).

Résistance au froid : jusqu'à env. -55 °C

Résistance chimique aux composés suivants : identique à celle du caoutchouc VMQ, compatible en outre avec :

- Huiles minérales aromatiques (par exemple, l'huile IRM 903).
- Carburants.
- Hydrocarbures aromatiques de faible poids moléculaire (par exemple, le benzène ou le toluène).

6.3.12 Caoutchouc nitrile butadiène hydrogéné (HNBR)

Appellations commerciales :

Therban®	Lanxess
Zetpol®	Zeon

Le caoutchouc HNBR est un caoutchouc synthétique obtenu à partir de l'hydrogénation totale ou partielle de caoutchouc nitrile (NBR). Les principales différences par rapport au caoutchouc

NBR sont une résistance plus élevée à la température (jusqu'à 150 °C) et une bonne résistance aux attaques par oxydation (par exemple, à l'ozone). Le caoutchouc HNBR possède également d'excellentes propriétés mécaniques.

Résistance à la chaleur : jusqu'à env. 150 °C

Résistance au froid : selon la composition, jusqu'à -40 °C.

Résistance chimique aux composés suivants :

- Hydrocarbures aliphatiques.
- Huiles et graisses végétales et animales.
- Fluides HFA, HFB et HFC.
- Nombreux acides dilués, bases et solutions salines à basse température.
- Eau chaude et vapeur jusqu'à 150 °C.
- Résistant à l'ozone, aux intempéries et au vieillissement.

6.3.13 Caoutchouc perfluoré (FFKM)

Appellations commerciales :

Parofluor®	Parker
Kalrez®	Du Pont™

Le caoutchouc FFKM possède les mêmes propriétés chimiques que le PTFE (Teflon®) et les propriétés élastiques du caoutchouc FKM. Le traitement du caoutchouc perfluoré est difficile. En raison du prix bien plus élevé du caoutchouc perfluoré par rapport au caoutchouc FKM, il est utilisé dans des applications où d'autres types de matières n'offrent pas des propriétés suffisantes. De telles applications (milieux agressifs et/ou températures très élevées) existent dans l'industrie des semi-conducteurs, dans les technologies de mesure ou dans l'industrie chimique, par exemple.

Résistance à la chaleur : jusqu'à env. 310 °C

Résistance au froid : jusqu'à env. -15 °C (matières spéciales jusqu'à -30 °C).

Résistance chimique aux composés suivants :

- Quasiment toutes les substances chimiques.
- Oxygène, ozone, résistance aux intempéries et au vieillissement.
- Très faible perte de poids dans les applications de vide poussé à haute température.

Ne résiste pas aux composés suivants :

- Composés chimiques contenant du fluor (par exemple, le fréon 11, 12, 13, 113, 114).

6.3.14 Caoutchouc polyacrylate (ACM)

Appellations commerciales :

HyTemp®	Zeon
Noxtite®	UNIMATIC

ACM caoutchouc polyacrylate est constitué d'une base et d'un monomère de réticulation. Le monomère de base (base de caoutchouc) contient plusieurs esters d'acrylate qui influent sur les pro-

6 Matières d'étanchéité en élastomère

priétés physiques des vulcanisats. Le caoutchouc polyacrylate offre une bonne résistance à l'huile minérale et à la chaleur, tandis que l'acrylate de butyle a une meilleure flexibilité à basse température. Le caoutchouc acrylate présente une bonne résistance à l'huile minérale, l'oxygène et l'ozone, même à des températures élevées. La résistance à l'eau et la flexibilité à basse température sont plus faibles comparativement à celles du caoutchouc NBR.

Résistance à la chaleur : jusqu'à env. 150 °C (pendant un court instant jusqu'à env. 175 °C).

Flexibilité à basse température : jusqu'à env. -20 °C

Résistance chimique aux composés suivants :

- Huile minérale (moteur, boîte de vitesses, huile ATF).
- Résistant à l'ozone, aux intempéries et au vieillissement.

Ne résiste pas aux composés suivants :

- Liquide de frein à base de glycol.
- Substances aromatiques et hydrocarbures chlorés.
- Eau chaude, vapeur.
- Acides, substances alcalines, amines.

6.3.15 Polyuréthane thermoplastique (TPU).

Appellations commerciales :

Ultrathan® Parker

Il existe de nombreux types de polyuréthanes thermoplastiques (TPU) différents, en fonction de la composition des polyols et des isocyanates utilisés.

Les matériaux TPU à base d'ester, en particulier, se caractérisent par une très bonne résistance aux huiles minérales, une excellente résistance à l'usure et à la traction, ainsi qu'une résilience élevée. Grâce à des modifications avec d'autres matières premières telles que le polyéther, la résistance à basse température et à l'hydrolyse peut être améliorée. D'autres modifications permettent également d'améliorer considérablement la résistance aux huiles biodégradables, telles que les esters synthétiques.

La perméabilité au gaz est comparable à celle du caoutchouc butyle (IIR).

Résistance à la chaleur : jusqu'à env. 80 °C (matières de grades spéciaux jusqu'à +100 °C, jusqu'à 120 °C pendant un court instant).

Résistance au froid : jusqu'à env. -45 °C

Ultrathan® ne présentent aucune fragilisation due au froid, ce qui signifie que les matières en Ultrathan® ne sont pas détruits sous l'effet d'une charge mécanique (test de cintrage à froid), même lorsqu'on se trouve nettement en dessous de la température de transition vitreuse.

Résistance chimique aux composés suivants :

- Hydrocarbures aliphatiques purs (propane, butane, naphta) ; les substances de contamination (humidité, alcools, combinaisons acides ou alcalines) peuvent attaquer chimiquement les polyuréthanes.

- Huiles et graisses minérales (certains additifs peuvent attaquer chimiquement les matériaux standard).
- Huiles et graisses silicones.
- Eau jusqu'à 50 °C.
- Résistant à l'ozone et au vieillissement.

Ne résiste pas aux composés suivants :

- Cétones, esters, éthers, alcools et glycols.
- Eau chaude, vapeur, substances alcalines, amines et acides.

6.3.16 Caoutchouc silicone (LSR, Q, MQ, VMQ)

Appellations commerciales :

Elastosil®	Wacker
Silopren®	Momentive
Silastic®	Dow Corning

Le terme caoutchouc silicone couvre un grand nombre de matériaux dans lesquels le silicone vinylique de méthyle (VMQ) est la matière la plus communément utilisée. Le caoutchouc de silicone liquide (LSR) appartient aussi à cette catégorie. On peut lui donner presque toutes les couleurs et il est traité sous la forme d'un mélange à deux composants. Les élastomères en silicone considérés en tant que groupe ont une résistance à la traction, à la déchirure et à l'usure relativement faible. Cependant, ils ont de nombreuses propriétés spéciales : Les silicones en général ont une bonne résistance à la chaleur jusqu'à 230 °C et une bonne flexibilité à basse température jusqu'à -60 °C. Ils offrent également une résistance appréciable aux intempéries, des propriétés isolantes et physiologiques intéressantes et une compatibilité moyenne à bonne avec les fluides.

Résistance à la chaleur : jusqu'à env. 210 °C (matières de grades spéciaux jusqu'à 230 °C).

Flexibilité basse température : jusqu'à env. -60/-55 °C (matières de grades spéciaux jusqu'à -100 °C).

Résistance chimique aux composés suivants :

- Huiles aliphatiques de moteur et de boîte de vitesses (par exemple, l'huile IRM 901).
- Huiles et graisses animales et végétales.
- Liquide de frein à base de glycol.
- Fluides hydrauliques résistant au feu, groupes HFD-R et HFD-S.
- Les hydrocarbures chlorés aromatiques (par exemple le clophène), les chlorodiphényles (notamment les isolants ignifuges, les liquides de refroidissement pour les transformateurs).
- Eau jusqu'à +100 °C.
- Solutions salines diluées.
- Résistant à l'ozone, aux intempéries et au vieillissement.

Ne résiste pas aux composés suivants :

- Vapeur d'eau surchauffée au-dessus de 120 °C.
- Acides et substances alcalines.
- Huiles et graisses silicones.
- Hydrocarbures chlorés de faible poids moléculaire (par exemple, le trichloréthylène).
- Huiles minérales aromatiques.

- Carburant
- Hydrocarbures aromatiques (par exemple le benzène, le toluène).

6.3.17 Caoutchouc styrène-butadiène (SBR)

Appellations commerciales :

Buna SE, SL, V Lanxess
Intol® Eni Versalis

Le caoutchouc SBR est probablement mieux connu sous son ancien nom Buna S ou GRS (Government Rubber Styrene) et il a d'abord été produit sous le contrôle du gouvernement américain entre 1930 et 1950 pour remplacer le caoutchouc naturel. Les monomères à base de butadiène et de styrène représentent habituellement env. 23,5 %. Environ un tiers de la production mondiale de caoutchouc SBR est utilisé dans la production de pneumatiques. L'utilisation de joints en caoutchouc SBR est généralement limitée à des applications de liquide de frein à base de glycol.

Résistance à la chaleur : jusqu'à env. 100 °C

Flexibilité à basse température : jusqu'à env. -50 °C

Résistance chimique aux composés suivants :

- Eau, alcool, glycol et certaines cétones (l'acétone par exemple).
- Liquide de frein à base de glycol.
- Huiles et graisses silicones.
- Solutions d'eau diluée, acides à action faible, substances alcalines et sels.

Ne résiste pas aux composés suivants :

- Huiles et graisses minérales, carburants.
- Hydrocarbures aliphatiques tels que le propane, le butane, le pentane, l'hexane, l'heptane.
- Hydrocarbures chlorés tels que le chloroforme, le trichloréthylène, le tétrachlorure.
- Fluides oxydants tels que l'acide nitrique, l'acide chromique, le peroxyde d'hydrogène, le chlore, le brome.

6.4 Sélection de la matière

Le caoutchouc de base et la dureté d'une matière élastomère sont essentiels pour déterminer sa résistance à des contraintes mécaniques, thermiques et chimiques.

Le code de matière Parker, par exemple N0674-70, contient les deux éléments clés suivants :

1. Le type de caoutchouc sur lequel la matière est basée est donné par la lettre de préfixe :

A	= Polyacrylate
B	= Butyle ou chlorobutyle
C	= Chloroprène
E	= Éthylène-propylène ou éthylène-propylène-diène
G	= Styrène-butadiène
L	= Fluorosilicone
N	= Acrylonitrile-butadiène
P	= Polyuréthane thermoplastique

S	= Silicone
V	= Fluorocarbène
Y	= Epichlorhydrine

2. La gamme de dureté d'une matière est indiquée par les chiffres finaux, par exemple, « 70 » signifie que la plage de duretés pour la matière considérée est 70⁺⁵ Shore A (mesurée sur une pièce plate).

Le nombre entre ces deux éléments représente une certaine formulation de mélange, ce qui garantit que cette matière est toujours produite selon la même composition et que ce mélange a été intégralement testé avant de recevoir l'agrément de Parker.

Sélection du caoutchouc de base

La compatibilité avec les fluides et la résistance à la température sont les paramètres les plus importants pour choisir un caoutchouc de base. La connaissance exacte des températures et des fluides (y compris les lubrifiants et les agents de nettoyage) auxquels un joint sera exposé dans une application concrète est la condition préalable à la sélection d'un caoutchouc de base approprié.

Les plages de températures, pour les différentes matières élastomères indiquées dans la figure 6.5, se réfèrent à des températures à long terme dans l'environnement des fluides qui sont sans effet agressif sur l'élastomère de base à ces températures. Avec la plupart des types de caoutchouc, la surchauffe prolongée d'un élastomère conduit initialement à une réticulation accrue des chaînes de polymère, à savoir une déformation permanente et un durcissement importants. Cela entraîne une neutralisation accrue de la déformation et/ou de la compression induites par des forces de rappel. Lorsque les forces de rappel restantes sont insuffisantes, une fuite peut se produire.

Les excès à court terme de températures admissibles à long terme sont possibles dans une certaine mesure (en fonction des compatibilités avec les fluides), mais ils induisent une durée de vie réduite (fig. 6.5).

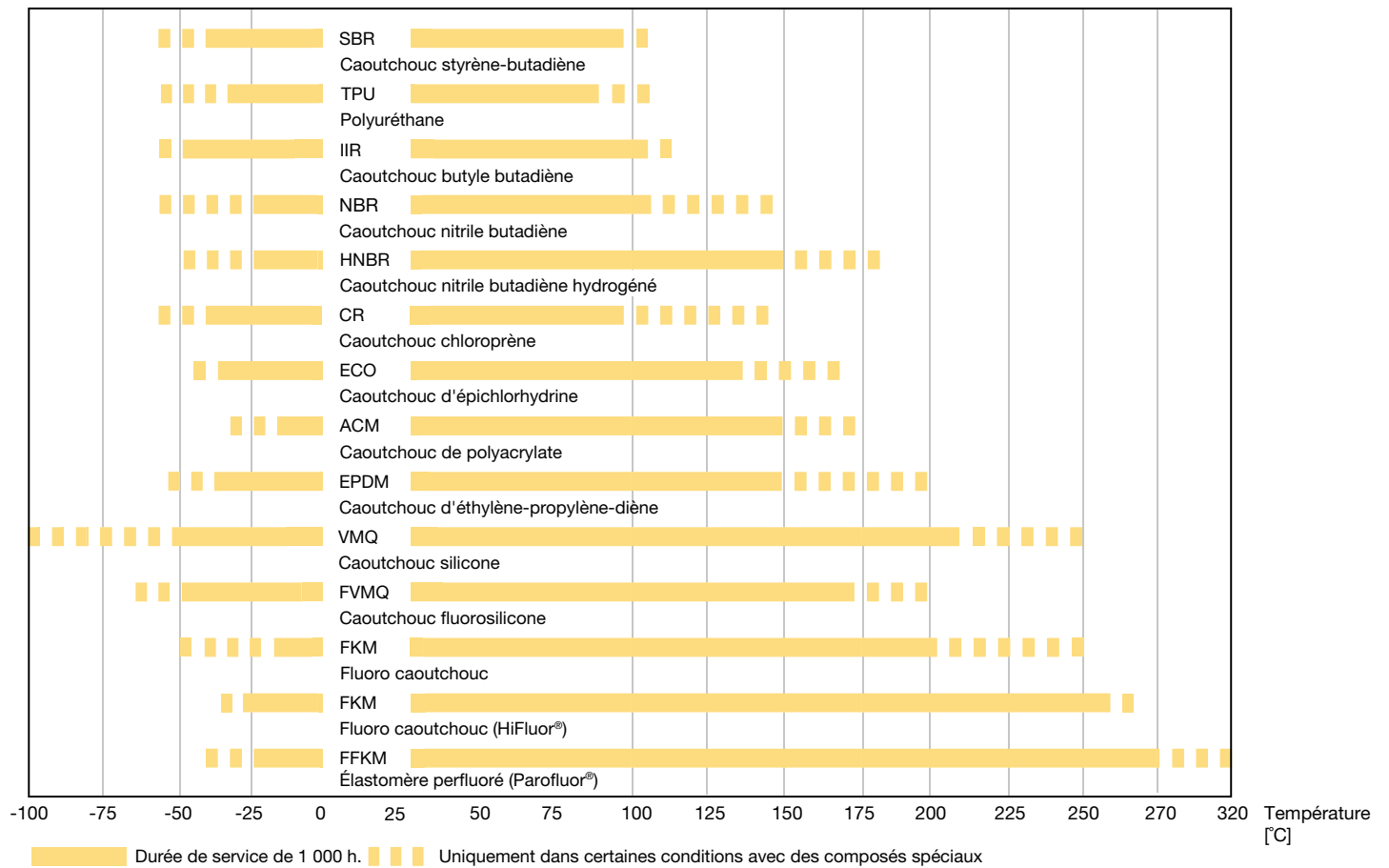
Pratiquement tous les élastomères subissent des modifications à un degré plus ou moins grand sous l'action des effets physiques ou chimiques des fluides, qui dépendent de la composition chimique de l'élastomère et du fluide, ainsi que des conditions ambiantes à l'œuvre. L'un des principaux facteurs est la température. L'agressivité du fluide augmente à mesure que la température augmente.

Les effets physiques mettent en jeu deux processus simultanés :

1. L'absorption du fluide par l'élastomère.
2. L'extraction des ingrédients solubles de la matière (en particulier les plastifiants) de l'élastomère.

Il en résulte une variation de volume, à savoir un gonflement ou un rétrécissement. Le degré de variation du volume dépend principalement du type de fluide, de la structure de la matière du caoutchouc, de la température, de la forme géométrique (épaisseur du matériau) et de la condition de stress de la pièce en caoutchouc. Dans un état contraint, le caoutchouc gonfle nettement moins (jusqu'à 50 %) qu'à l'état libre, comme cela est le cas dans les tests de gonflement.

6 Matières d'étanchéité en élastomère



Ces plages de températures sont valides pour les applications où le contact avec les fluides qui ont un effet agressif sur la matière considérée est exclu.

Exemple : VMQ : dans l'air jusqu'à +210 °C, dans l'eau jusqu'à +100 °C.

Fig. 6.4 Hautes températures limites pour divers matériaux élastomères

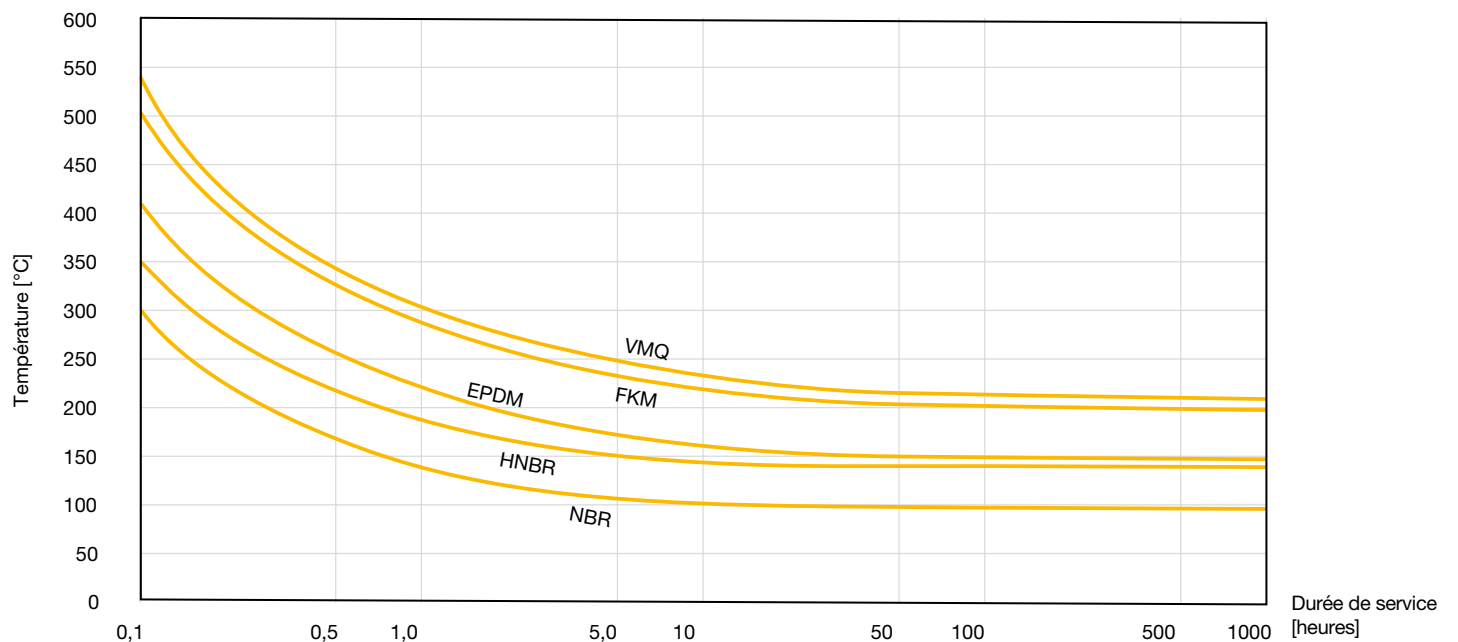


Fig. 6.5 Hautes températures limites pour divers matériaux élastomères

Le schéma ne peut être utilisé que comme une indication. La durée de vie réelle d'un joint d'étanchéité à une température trop élevée dépend de l'application et du fluide considéré.

6 Matières d'étanchéité en élastomère

La limite de la variation de volume admissible dépend de l'application. Pour les joints statiques, un volume de gonflement de 25 à 30 % peut être toléré. Cependant, il faut prendre en compte le fait que le gonflement conduit à une détérioration des propriétés mécaniques, et en particulier des propriétés qui améliorent la résistance à l'extrusion.

Dans les applications dynamiques, le gonflement entraîne une augmentation de la friction et un taux d'usure élevé. Par conséquent, un gonflement maximal de 10 % ne doit pas être dépassé. Le rétrécissement doit être évité, car la compression diminue et le risque de fuite s'accroît.

L'extraction des ingrédients plastifiants d'un matériau peut parfois être compensée par l'absorption du fluide de contact. Dans ce cas, la chaleur sèche, bien que compensée par l'absorption, peut provoquer une contraction excessive et une fuite lorsqu'un élastomère se dessèche. Une réaction chimique entre le fluide et l'élastomère peut apporter des modifications structurelles sous la forme d'une réticulation ou d'une dégradation accrue. Les plus infimes modifications chimiques dans un élastomère peuvent entraîner des changements significatifs dans les propriétés physiques, par exemple, une fragilisation. C'est pourquoi le fluide et la matière doivent être compatibles dans tous les cas. La pertinence d'un élastomère pour une application spécifique peut être établie uniquement lorsque les propriétés du fluide et de l'élastomère sont connues dans des conditions de fonctionnement typiques. Si un matériau particulier est adapté à un fluide, il est dit « résistant » à ce fluide.

La figure 6.5 permet de comparer les différents matériaux élastomères en fonction de leurs résistances aux fluides fréquemment utilisés. Des détails supplémentaires peuvent être trouvés dans le tableau des compatibilités avec les fluides de Parker (voir l'Annexe), qui répertorie les recommandations en ce qui concerne les matières à utiliser pour plus de mille fluides et gaz.

6.5 Sélection de la matière selon les spécifications SAE et ASTM

Le système américain de classification des normes pour les produits en caoutchouc dans les applications automobiles, ASTM D 2000, est complexe et quelque peu difficile à utiliser pour les ingénieurs d'application et les fabricants de produits en caoutchouc. Les codes composés de chiffres et de lettres ne sont pas faciles à retenir ou à interpréter. Les utilisateurs doivent coder leurs exigences, c'est-à-dire les traduire dans la norme ASTM D 2000, et les fabricants doivent les décoder à nouveau ou les retrouver dans les tableaux de la norme. Une fiche ASTM d'une matière en caoutchouc seule peut avoir une longueur de plusieurs lignes. Cela peut expliquer la raison pour laquelle le système n'a pas été largement adopté en dehors des États-Unis, à l'exception de quelques constructeurs automobiles axés sur le marché américain. Dans ce domaine, l'industrie tend à utiliser les normes internes adaptées aux besoins spécifiques des entreprises, qui ne sont pas appropriées pour un système de classification global.

6 Matières d'étanchéité en élastomère

Base de polymère	Matière Parker	Dureté [Shore A]	Couleur	ASTM D 2000 / SAE J 200
EPDM	E0540-80	80 ^{±5}	noir	2 AA 815 A13 F17 EA14
NBR	N0674-70	70 ^{±5}	noir	2 BF 720 B34 EO14 EO34
NBR	N0525-60	60 ^{±5}	noir	2 BG 620 B34 EO14 EO34 EF11 EF21 EA14
NBR	N0674-70	70 ^{±5}	noir	2 BG 720 B14 B34 EO14 EO34 EF11 EF21 EA14
NBR	N0741-75	75 ^{±5}	noir	7 BG 815 EO14 EO34 EF11 EF21 EA14 Z1 (75 ^{±5} Dureté) Z2 ¹⁾
NBR	N0552-90	90 ^{±5}	noir	7 BG 915 B14 EO14 EO34 EF11 EF21 F17
EPDM	E0529-60	65 ^{±5}	noir	2 CA 620 A25 B44 Z1 (65 ^{±5} Dureté)
NBR	N0674-70	70 ^{±5}	noir	3 CH 720 A25 B34 EO16 EO36
NBR	N0741-75	75 ^{±5}	noir	3 CH 815 A25 B34 EO16 EO36 Z1 (75 ^{±5} Dureté) Z2 ¹⁾
NBR	N0552-90	90 ^{±5}	noir	3 CH 915 B34 EO16 EO36
ACM	A0607-70	70 ^{±5}	noir	3 DH 715 A26 B16 EO16 EO36 F13
FVMQ	L0677-70	70 ^{±5}	bleu	2 FK 708 A16 EA36 F19
VMQ	S0595-50	50 ^{±5}	rouge	3 GE 505 A19 B37 EO16 EO36 F16 G11 EA14
VMQ	S0613-60	60 ^{±5}	rouge	3 GE 605 A19 B37 EO16 EO36 F19 G11 EA14
VMQ	S0604-70	70 ^{±5}	rouge	7 GE 707 A19 B37 EO16 EO36 F19 G11 EA14
FKM	V0747-75	75 ^{±5}	noir	2 HK 715 A1-10 B37 B38 EF31 EO78 F15 Z1 (75 ^{±5} Dureté)
FKM	V0884-75	75 ^{±5}	marron	2 HK 715 A1-10 B37 B38 EF31 EO72 F15 Z1 (75 ^{±5} Dureté) Z2 (marron)
FKM	V0747-75	75 ^{±5}	noir	4 HK 715 A1-11 B38 EF31 EO78 Z1 (75 ^{±5} Dureté)
FKM	V0884-75	75 ^{±5}	marron	4 HK 715 A1-11 B38 EF31 EO78 Z1 (75 ^{±5} Dureté) Z2 (marron)
FKM	V0709-90	90 ^{±5}	noir	3 HK 915 A1-10 B37 B38 EF31 EO78
FKM	V0894-90	90 ^{±5}	marron	3 HK 915 A1-10 B37 B38 EF31 EO78 Z1(marron)
FKM	V0709-90	90 ^{±5}	noir	5 HK 915 A1-11 B38 EF31 EO78 F15
FKM	V0894-90	90 ^{±5}	marron	5 HK 915 A1-11 B38 EF31 EO78 F15 Z1 (marron)
NBR	N0674-70	70 ^{±5}	noir	SAE 120 R1 Class 1
NBR	N0552-90	90 ^{±5}	noir	SAE J515 Type 1

¹⁾ Déformation rémanente après compression de 20 % max. après 70h/125 °C, évaluée sur des pièces de test selon la norme ASTM D 395

Tab. 6.3 Sélection de la matière selon les spécifications SAE et ASTM Spécifications

6.6 Matières

Code matière	Base de polymère	Dureté [Shore A]	Couleur	Plage de température statique [°C]	Propriétés / Applications
--------------	------------------	------------------	---------	------------------------------------	---------------------------

Caoutchouc de polyacrylate (ACM)

A8845-70	ACM	70 ^{±5}	noir	-20 150	
----------	-----	------------------	------	---------	--

Caoutchouc polychloroprène (CR)

C0557-70	CR	70 ^{±5}	noir	-40 100	<ul style="list-style-type: none"> • souvent utilisé dans les réfrigérants (par exemple, R134a ou R22) • bonne résistance au vieillissement et à l'eau salée
C0944-70	CR	70 ^{±5}	rouge	-40 100	

6 Matières d'étanchéité en élastomère

Code matière	Base de polymère	Dureté [Shore A]	Couleur	Plage de température statique [°C]		Propriétés / Applications
Caoutchouc éthylène-propylène (EPDM)						
E0529-60	EPDM	60 ^{±5}	noir	-50	150	
E0540-80¹⁾	EPDM	80 ^{±5}	noir	-50	150	<ul style="list-style-type: none"> • matière standard • bonne déformation rémanente après compression • eau chaude • air jusqu'à 150 °C • vapeur jusqu'à 200 °C • acides dilués • fluides hydrauliques résistant au feu à base de phosphate ester • liquides de frein à base d'huile non minérale
E3609-70	EPDM	70 ^{±5}	noir	-50	150	<ul style="list-style-type: none"> • matière standard • conforme FDA • (EC) n° 1935/2004 • USP Classe VI • ne convient pas pour une utilisation avec du lait et de l'huile alimentaire
E3678-80	EPDM	80 ^{±5}	violet	-50	150	
E3804-90	EPDM	90 ^{±5}	noir	-50	150	• matière Parbak®
E8556-70	EPDM	70 ^{±5}	noir	-50	150	<ul style="list-style-type: none"> • pour les applications industrielles de refroidissement par eau • résistance accrue au vieillissement
E8743-70	EPDM	70 ^{±5}	noir	-50	150	<ul style="list-style-type: none"> • conforme FDA • (EC) n° 1935/2004 • pour l'industrie alimentaire • sans ADI
E8780-80	EPDM	80 ^{±5}	noir	-50	150	<ul style="list-style-type: none"> • norme pour applications à l'eau potable • homologations : KTW, W 270, EN 681-1, W 534, ÖNORM B-5014-1, BfR • conforme FDA (ne convient pas pour une utilisation avec du lait et de l'huile alimentaire) • (EC) n° 1935/2004
E8790-70	EPDM	70 ^{±5}	noir	-50	150	<ul style="list-style-type: none"> • norme pour applications à l'eau potable • homologations : KTW, WRAS, W 270, EN 681-1, W 534, KIWA, NSF 61, ÖNORM B-5014-1 • conforme FDA (ne convient pas pour une utilisation avec du lait et de l'huile alimentaire) • (EC) n° 1935/2004
Nitrile butadiène (NBR)						
N0525-60	NBR	60 ^{±5}	noir	-35	100	
N0552-90¹⁾	NBR	90 ^{±5}	noir	-30	100	
N0674-70¹⁾	NBR	70 ^{±5}	noir	-35	100	<ul style="list-style-type: none"> • matière standard • résistance à l'huile minérale et aux produits à base d'huiles minérales, animales et végétales • généralement adaptée aux systèmes hydrauliques et pneumatiques, compatible avec de l'huile hydraulique, l'eau-glycol (fluides HFC) et les émulsions d'huile dans l'eau (fluides HFA)
N3505-50	NBR	50 ^{±5}	noir	-35	100	• résistance accrue à l'ozone et aux intempéries
N3575-75	NBR	75 ^{±5}	noir	-50	100	• basse température avec résistance accrue à l'huile
N3578-80	NBR	80 ^{±5}	noir	-40	100	

6 Matières d'étanchéité en élastomère

Code matière	Base de polymère	Dureté [Shore A]	Couleur	Plage de température statique [°C]		Propriétés / Applications
Caoutchouc nitrile butadiène hydrogéné (HNBR)						
N3510-85	HNBR	85 ^{±5}	noir	-35	150	
N3512-90	HNBR	90 ^{±5}	noir	-35	150	
N3554-75	HNBR	75 ^{±5}	vert clair	-35	150	
N3573-75	HNBR	75 ^{±5}	noir	-35	150	
N3723-80	HNBR	80 ^{±5}	noir	-35	150	
N3813-70	HNBR	70 ^{±5}	noir	-40	150	• pour les basses températures
N3831-70	HNBR	70 ^{±5}	noir	-35	150	• convient pour AdBlue® 2) jusqu'à env. 80 °C
N3837-85	HNBR	85 ^{±5}	vert	-35	150	
N8505-70	HNBR	70 ^{±5}	vert	-35	150	• convient pour les applications de biodiesel (RME) jusqu'à 80 °C
N8680-90	HNBR	90 ^{±5}	noir	-40	150	• pour les basses températures
N8888-70	HNBR	70 ^{±5}	jaune	-35	150	• pour les applications de gaz et d'eau • homologations pour EN 549, EN 681-1
Élastomères thermoplastiques (TPE) (Ultrathan®)						
P4300	TPU	92 ^{±5}	jaune	-30	110	• excellent comportement à haute température comportement dynamique excellent
P5000	TPU	94 ^{±5}	vert foncé	-20	100	• très bonne résistance à l'hydrolyse • conforme FDA
P5001	TPU	94 ^{±5}	marron	-35	100	• bonne résistance à l'hydrolyse
P5007	TPU	82 ^{±5}	vert, translucide	-35	80	• matière standard
P5008	TPU	94 ^{±5}	vert	-35	100	• matière standard
P5009	TPU	94 ^{±5}	gris	-45	95	• pour les basses températures
P5012	TPU	90 ^{±5}	rouge	-38	100	• bonne résistance à l'hydrolyse
P5029	TPU	94 ^{±5}	naturelle	-20	100	• très bonne résistance à l'hydrolyse • conforme FDA
P5070	TPU	83 ^{±5}	vert	-35	85	• bonne résistance à l'hydrolyse
P5075	TPU	80 ^{±5}	ocre	-45	80	• pour les basses températures
P6000	TPU	95 ^{±5}	gris	-35	110	• très grande résistance mécanique Résistance à l'extrusion
P6030	TPU	93 ^{±5}	orange	-35	105	• grande résistance mécanique Résistance à l'extrusion
Caoutchouc silicone (VMQ)						
S0595-50	VMQ	50 ^{±5}	rouge	-55	200	
S0604-70	VMQ	70 ^{±5}	rouge	-55	200	• matière standard • air chaud jusqu'à 210 °C • eau jusqu'à 100 °C • ne convient que comme joint statique
S0613-60	VMQ	60 ^{±5}	rouge	-55	200	
S0614-80	VMQ	80 ^{±5}	rouge	-55	200	
Caoutchouc de silicone liquide (LSR)						
S3693-50	LSR	50 ^{±5}	brun rouge	-50	200	
S3695-60	LSR	60 ^{±5}	brun rouge	-50	200	
S3697-40	LSR	40 ^{±5}	brun rouge	-50	200	
S3698-70	LSR	70 ^{±5}	brun rouge	-50	200	

6 Matières d'étanchéité en élastomère

Code matière	Base de polymère	Dureté [Shore A]	Couleur	Plage de température statique [°C]	Propriétés / Applications
Fluorosilicone (FVMQ)					
L0677-70	FVMQ	70 ^{±5}	bleu	-60 170	<ul style="list-style-type: none"> • pour les hautes températures • bonne résistance à basse température • surtout utilisé lorsque la résistance aux carburants et aux huiles est importante • prédominant dans les applications aéronautiques
L0806-80	FVMQ	80 ^{±5}	bleu	-60 170	<ul style="list-style-type: none"> • homologations pour des applications militaires et aérospatiales
L3355-70	FVMQ	70 ^{±5}	jaune	-60 170	<ul style="list-style-type: none"> • utilisé dans les raccords de circuit de carburant automobile
L8559-70	FVMQ	70 ^{±5}	bleu	-60 170	
L8585-80	FVMQ	80 ^{±5}	bleu	-60 170	<ul style="list-style-type: none"> • homologations pour des applications aérospatiales
Fluorocarboné (FKM)					
V0709-90	FKM	90 ^{±5}	noir	-25 200	
V0747-75¹⁾	FKM	75 ^{±5}	noir	-25 200	<ul style="list-style-type: none"> • matière standard • pour les hautes températures • huile chaude • solvants aromatiques • résistance à une large gamme de produits chimiques • fluides résistants au feu avec ester de phosphate et base d'hydrocarbure chloré • copolymère
V0763-60	FKM	60 ^{±5}	marron	-25 200	<ul style="list-style-type: none"> • copolymère
V0884-75	FKM	75 ^{±5}	marron	-25 200	<ul style="list-style-type: none"> • copolymère
V0894-90	FKM	90 ^{±5}	marron	-25 200	<ul style="list-style-type: none"> • copolymère
V3642-75	FKM	75 ^{±5}	noir	-25 200	<ul style="list-style-type: none"> • terpolymère
V3670-70	FKM	70 ^{±5}	vert	-25 200	<ul style="list-style-type: none"> • copolymère
V3681-80	FKM	80 ^{±5}	vert	-25 200	<ul style="list-style-type: none"> • copolymère
V3736-75	FKM	75 ^{±5}	noir	-28 200	<ul style="list-style-type: none"> • terpolymère • résistance accrue à basse température
V3738-75	FKM	75 ^{±5}	noir	-20 200	<ul style="list-style-type: none"> • compatibilité accrue avec les fluides
V8592-75	FKM	75 ^{±5}	bleu	-40 200	<ul style="list-style-type: none"> • pour les basses températures
V8703-75	FKM	75 ^{±5}	noir	-30 200	<ul style="list-style-type: none"> • résistance accrue à basse température • convient pour les applications de biodiesel (RME)
V8722-75	FKM	75 ^{±5}	noir	-25 200	<ul style="list-style-type: none"> • conforme FDA • (EC) n° 1935/2004 • sans ADI • résistance accrue à l'eau et aux acides glycol
V8750-70	FKM	70 ^{±5}	noir	-25 200	<ul style="list-style-type: none"> • conforme FDA • (EC) n° 1935/2004 • pour l'industrie alimentaire
V8802-80	FKM	80 ^{±5}	bleu	-40 200	<ul style="list-style-type: none"> • pour les basses températures
V8877-75	FKM	75 ^{±5}	bleu	-50 200	<ul style="list-style-type: none"> • résistance très améliorée à basse température
V8989-80	FKM	83 ^{±5}	noir	-40 200	<ul style="list-style-type: none"> • pour les basses températures • compatibilités accrues avec les fluides et propriétés mécaniques améliorées

6 Matières d'étanchéité en élastomère

Code matière	Base de polymère	Dureté [Shore A]	Couleur	Plage de température statique [°C]		Propriétés / Applications
Fluoroélastomère haute performance (HiFluor®)						
V3819-75	FKM	75 ^{±5}	noir	-25	+250	<ul style="list-style-type: none"> résistance accrue à l'eau et aux acides glycol excellente disponibilité dans les dimensions standard Parker
V8534-90	FKM	90 ^{±5}	noir	-25	+250	<ul style="list-style-type: none"> résistance accrue à l'explosion décompression et au fluage dans le jeu d'extrusion applications off-shore et pétrochimiques
V8730-70	FKM	70 ^{±5}	blanc	-25	+250	<ul style="list-style-type: none"> pour l'industrie alimentaire conforme FDA (EC) n° 1935/2004 particulièrement adapté pour une utilisation avec des températures de traitement élevées et des fluides agressifs
V3852-65	FKM	65 ^{±5}	noir	-25	+250	<ul style="list-style-type: none"> utilisé de préférence pour les composants fonctionnels moulés et les membranes/diaphragmes
V8558-75	FKM	75 ^{±5}	vert	-25	+260	<ul style="list-style-type: none"> version colorée
Fluoroélastomère haute performance (HiFluor® FB)						
V8879-75	FEPDM	75 ^{±5}	noir	-15	+230	<ul style="list-style-type: none"> très bonne résistance aux produits chimiques très bonne stabilité de la laque
V8991-75	FEPDM	75 ^{±5}	noir	-25	+200	<ul style="list-style-type: none"> très bonne résistance aux produits chimiques très bonne stabilité de la vapeur conforme FDA (EC) n° 1935/2004 (EC) n° 2023/2006 USP Class VI sans ADI 3-A Sanitary Standards Cl. I + II BNIC
Élastomère perfluoré (Parofluor®)						
V3734-70	FFKM	70 ^{±5}	noir	-25	240	<ul style="list-style-type: none"> pour les basses températures pour l'industrie aérospace
V8545-75	FFKM	75 ^{±5}	noir	-15	300	<ul style="list-style-type: none"> meilleure matière pour les applications à base d'eau chaude et de vapeur AMS 7257
V8562-75	FFKM	75 ^{±5}	blanc	-15	300	<ul style="list-style-type: none"> pour les applications de plasmas à hautes températures pour les applications sèches dans les industries des semi-conducteurs
V8588-90	FFKM	90 ^{±5}	noir	-15	260	<ul style="list-style-type: none"> résistance ED Norsok M-710
V8920-75	FFKM	75 ^{±5}	noir	-15	260	<ul style="list-style-type: none"> bonne résistance à l'eau chaude pour les applications humides dans les industries des semi-conducteurs
V8921-75	FFKM	75 ^{±5}	blanc	-15	260	<ul style="list-style-type: none"> matière pure pour les technologies stériles et pharmaceutiques pour les fluides oxydants
V8930-75	FFKM	75 ^{±5}	noir	-15	325	<ul style="list-style-type: none"> pour les hautes températures déconseillé pour les amines aliphatiques chaudes et la vapeur d'eau
V8950-75	FFKM	75 ^{±5}	noir	-15	240	<ul style="list-style-type: none"> conforme FDA (EC) n° 1935/2004 sans ADI pour l'industrie alimentaire, la pharmacie et les biotechnologies
V8951-70	FFKM	70 ^{±5}	blanc	-15	240	<ul style="list-style-type: none"> conforme FDA (EC) n° 1935/2004 sans ADI USP Classe VI pour l'industrie pharmaceutique, les biotechnologies et les technologies médicales
FF400-80	FFKM	80 ^{±5}	noir	-44	230	<ul style="list-style-type: none"> pour les basses températures huiles et gaz industries chimiques résistance ED

6 Matières d'étanchéité en élastomère

Code matière	Base de polymère	Dureté [Shore A]	Couleur	Plage de température statique [°C]	Propriétés / Applications
--------------	------------------	---------------------	---------	---------------------------------------	---------------------------

Élastomère perfluoré (Parofluor Quantum®)

V8787-75	FFKM	75 ⁺⁵	noir	-20 +230	• stabilité optimisée de la peinture, du vernis et du solvant
V8844-75	FFKM	75 ⁺⁵	naturelle	-20 +230	• stabilité optimisée de la peinture, du vernis et du solvant
V8910-75	FFKM	80 ⁺⁸ ₋₅	noir	-20 +220	• résistance aux produits chimiques renforcée
V8911-75	FFKM	75 ⁺⁸ ₋₅	blanc	-20 +220	• résistance aux produits chimiques renforcée

¹⁾ Les matières en caractères gras appartiennent à la série 2-xxx et sont disponibles en stock.

²⁾ Marque déposée de VDA.

Tab. 6.4 Les matières Parker et leurs propriétés

6.7 Homologations

6.7.1 Matières pour la fourniture de gaz et les équipements grand public

Les matières Parker suivantes sont approuvées par le DVGW (Deutscher Verband für Gas und Wasser e.V. - Association allemande pour le Gaz et l'Eau) pour les applications et les normes mentionnées.

Matière Parker	Polymère	Couleur	Standard
N0552-90	NBR	noir	DIN EN 549
N0674-70	NBR	noir	DIN EN 549, VP 406
N3506-70	NBR	noir	DIN EN 549
N3578-80	NBR	noir	DIN EN 549
N3829-70	NBR	noir	DIN EN 549
N8902-85	NBR	noir	-
N8888-70	HNBR	jaune	DIN EN 549, VP 406, VP 614
S3698-70	VMQ	rouge	DIN EN 549
V0747-75	FKM	noir	DIN EN 549
V0884-75	FKM	marron	DIN EN 549

Tab. 6.5

6.7.2 Vannes d'oxygène

Selon les tests effectués par le Deutsches Bundesamt für Materialprüfung (Autorité fédérale allemande pour les essais de matériaux), les matières suivantes peuvent être utilisées jusqu'à aux températures et pressions spécifiées.

Matière Parker	Polymère	Couleur	Données de fonctionnement [bar] [°C]	
P5001	TPU	marron	20	60
V0747-75	FKM	noir	30	60
V8592-75	FKM	bleu	40	60
Super-O-Lube	-	-	20	80

Tab. 6.6

6.7.3 Matières pour la préparation, le stockage et la distribution de l'eau potable

Les matériaux d'étanchéité prévus pour une utilisation dans les applications d'eau potable et de chauffage sont soumis à un grand nombre de règlements d'homologation visant à assurer leur innocuité du stade de l'extraction de l'eau, du traitement et du transport, jusqu'au robinet du consommateur. La plupart des pays dans le monde ont publié leurs propres réglementations concernant la gestion de l'eau potable, y compris les tests et les listes des ingrédients approuvés spécifiques. Les réglementations sont complétées par des examens physiques et microbiologiques.

KTW

KTW est la norme allemande reconnue pour tous les appareils, les composants et les matériaux qui entrent en contact l'eau potable. Outre l'Allemagne (**KTW**), la Grande-Bretagne (**WRAS**), les États-Unis (**NSF61**), la France (**ACS**) et les Pays-Bas (**KIWA**) ont publié leurs propres réglementations pour ces applications.

La division Prädifa Technology Division a développé plusieurs matériaux qui sont certifiés KTW.

Matière Parker	Polymère	Température de contact de l'eau [°C]	Couleur	Standard
E1549-70	EPDM	85 82	noir	• WRAS • NSF 61
E8780-80	EPDM	90 -	noir	• W270 • EN 681-1, W 534
E8790-70	EPDM	90 85 90 -	noir	• KTW, W270 • WRAS • KIWA • EN 681-1, W 534
N8888-70	HNBR	-	jaune	• EN 681-1, EN 549

Tab. 6.7

6.7.4 Matières destinées aux industries alimentaire et pharmaceutique

Les joints entrant en contact avec des denrées alimentaires, des boissons et des produits pharmaceutiques doivent être résistants à la technique C.I.P./S.I.P. Les matériaux en silicone peuvent être

6 Matières d'étanchéité en élastomère

utilisés dans des applications alimentaires pour ce qui concerne leurs propriétés physiologiques, car ils sont inertes, inodores et insipides. Outre le fait d'offrir une résistance chimique et thermique, les matières d'étanchéité doivent respecter diverses réglementations nationales, européennes et internationales.

En Allemagne, l'**Institut fédéral pour l'évaluation des risques (BfR)** émet des recommandations pour les ingrédients, les additifs, les résidus, les contaminations et les niveaux de migration admissibles (migration ou lixiviation) en ce qui concerne les denrées alimentaires et les aliments pour animaux. Selon la Recommandation XXI du BfR, les articles en caoutchouc sont regroupés dans quatre catégories selon les différentes conditions d'application lors d'une utilisation sur le terrain (niveaux basés sur la durée de mise en contact d'un joint avec le produit alimentaire), ainsi que dans une catégorie spéciale.

L'Annexe I, Article 3 du **Règlement européen (CE) n° 1935/2004** prévoit que, en employant de bonnes pratiques de fabrication et dans les conditions normales ou prévisibles de leur emploi, des éléments d'étanchéité doivent être produits de façon à ce qu'ils ne libèrent aucun de leurs composants dans les denrées alimentaires, dans des quantités susceptibles de poser un risque pour la santé humaine ou de conduire à une altération inacceptable de la composition ou à une dégradation des propriétés organoleptiques des produits alimentaires.

D'après le Règlement (CE) n° 1907/2006 concernant l'enregistrement, l'évaluation et l'autorisation et la restriction des substances chimiques (**REACH**), les substances chimiques sont enregistrées, évaluées, approuvées et restreintes afin de minimiser les risques potentiels pour les consommateurs, tels que l'utilisation du plomb. Parker a mis au point des formulations qui sont **sans ADI** (Animal Derived Ingredients), c'est-à-dire exempts d'ingrédients dérivés des animaux, car ces ingrédients peuvent être à l'origine de l'encéphalopathie spongiforme bovine (ESB).

La **FDA (American Food and Drug Administration)** définit les ingrédients et les fractions de masse avec des niveaux d'extraction maximaux dans un document connu sous le nom de Liste blanche. Les matériaux marqués FDA sont homologués selon la norme de la FDA n° 177.2600, CFR 21 (« articles en caoutchouc destinés à un usage répété »).

3-A Sanitary Standards Inc. (3-A SSI) est un organisme indépendant voué à la promotion de la conception hygiénique des équipements pour l'industrie des produits alimentaires, pharmaceutiques et des boissons aux États-Unis. 3-A SSI définit par exemple les normes et les exigences pour le développement, la production et l'utilisation des matériels du secteur laitier. Les joints destinés à une utilisation dans de tels équipements doivent passer des tests d'extraction définis pour être homologués.

La **Classe VI** de l'USP (United States Pharmacopoeia) certifie la compatibilité biologique avec des organismes vivants et donc l'innocuité des matériaux d'étanchéité pour la santé. Les protocoles de test les plus importants sont présentés ci-dessous :

USP Classe VI, Partie 88 est un test de réactivité biologique réalisé « in vivo ». Il sert à déterminer la réaction biologique des animaux aux élastomères, aux plastiques et à d'autres matériaux polymères en contact direct ou indirect avec le patient, et/ou l'injection d'extraits spécifiques du matériau d'étanchéité faisant l'objet du test.

USP Classe VI, Partie 87 selon la norme **ISO 10993-1** est un test de cytotoxicité ou de réaction qui sert à déterminer la réactivité biologique des cultures de cellules de mammifères (animaux ou humains) après un contact direct ou indirect avec les élastomères, les plastiques et d'autres matériaux polymères ou avec des extraits spécifiques du matériau faisant l'objet du test.

Il existe des applications spéciales qui ne doivent pas contenir de **plastifiants (phtalates)**, car ces substances sont soupçonnées d'affecter l'équilibre hormonal et d'offrir un terrain propice à l'infertilité, aux lésions hépatiques et au diabète.

Matière Parker	Polymère	Couleur	Standard
E3609-70	EPDM	noir	• FDA ¹⁾ • (EC) n° 1935/2004 • USP Classe VI
E8743-70	EPDM	noir	• FDA • (EC) n° 1935/2004 • BfR • sans ADI
E8780-80	EPDM	noir	• FDA ¹⁾ • (EC) n° 1935/2004 • BfR
E8790-70	EPDM	noir	• FDA ¹⁾ • (EC) n° 1935/2004 • BfR
P5000	TPU	vert	• FDA
P5029	TPU	naturelle	• FDA
S3693-50	LSR	brun rouge	• FDA • (EC) n° 1935/2004 • BfR
S3695-60	LSR	brun rouge	• FDA • (EC) n° 1935/2004 • BfR
S3697-40	LSR	brun rouge	• FDA • (EC) n° 1935/2004 • BfR
S3698-70	LSR	brun rouge	• FDA • (EC) n° 1935/2004 • BfR
V0747-75	FKM	noir	• sans ADI
V8722-75	FKM	noir	• FDA • (EC) n° 1935/2004
V8750-70	FKM	noir	• FDA • (EC) n° 1935/2004
HiFluor® V8522-75	FKM	blanc	• sans ADI
HiFluor® V8730-70	FKM	blanc	• FDA • (EC) n° 1935/2004
Parofluor® V8742-70	FFKM	blanc	• sans ADI
Parofluor® V8950-75	FFKM	noir	• FDA • (EC) n° 1935/2004 • sans ADI
Parofluor® V8951-70	FFKM	blanc	• FDA • (EC) n° 1935/2004 • sans ADI • USP Classe VI

¹⁾ Ne convient pas pour une utilisation avec du lait et de l'huile alimentaire.
Tab. 6.8

7.1 Industrie automobile

Les exigences relatives aux matériaux élastomères dans l'industrie automobile dépendent grandement de l'application. Les matériaux doivent offrir des performances maximales, notamment en ce qui concerne leur résistance chimique, leurs propriétés physiques et leur flexibilité à basse température. Les divers paramètres d'influence tels que la température de fonctionnement, la pression, etc., ou les dimensions du jeu admissible doivent être pris en considération dans la sélection de la matière. Les fluides utilisés de manière universelle, tels que les huiles, les carburants et les biocarburants conventionnels, peuvent jouer un rôle important quant aux performances chimiques.

Les exigences à basse température pour de nombreuses applications sont souvent inférieures aux seuils de friabilité pour les élastomères tels que les caoutchoucs FKM, HNBR et NBR. Les fuites se rencontrent toutefois peu dans les applications de joints toriques statiques, car la condition critique est souvent compensée par l'augmentation de la viscosité du fluide froid, une phase d'échauffement rapide ou l'influence des fluides qui augmentent la flexibilité à basse température.

7.1.1 Moteur

Exigences générales

Température : -40 à 180 °C (parfois plus élevée).
 Fluide : huile moteur, eau de refroidissement, carburant, air chaud et mélanges de ces fluides.

Application	Fluide	Plage de température		Matière	
		mini.	maxi.	ISO	Parker
huile moteur / filtre à huile	SAE huiles	-35	110	NBR	N0674-70
		-35	150	HNBR	N3554-75
		-40	150	HNBR	N3813-70
		-40	150	ACM	A8845-70
		-40	170	AEM	AE607-60
		-40	170	AEM	AE608-75
		-55	150	LSR	S8762-70
		-25	200	FKM	V0747-75
		-35	200	FKM	V8727-70
eau de refroidissement / circuit de chauffage	eau / mélange glycol	-55	135	LSR	S8678-60
		-50	150	EPDM	E8867-60
		-50	150	EPDM	E8556-70
cylindres humides (diesel)	eau / eau / mélange glycol	-25	130	FKM	V8722-75
		-40	130	FKM	VG292-75

Tab. 7.1 Applications moteur

7.1.2 Système de freinage

Exigences générales

Température : -40 °C à +150 °C
 Fluide : liquide de frein synthétique (par exemple, DOT 4) avec base glycol ou éther de glycol selon le Ministère des Transports et les recommandations SAE
 Matières : EPDM : E0540-80, E3609-70, E3804-70

La sécurité dans les systèmes de freinage doit être intrinsèque. Parker garantit que ces exigences sont remplies grâce à ses normes élevées en matière de qualité de fabrication.

7.1.3 Circuit de carburant

Les efforts déployés actuellement par les constructeurs automobiles pour extraire un débit maximal de très petits moteurs augmentent les exigences en ce qui concerne les joints, en particulier dans les applications très critiques telles que les systèmes d'injection et les pompes haute pression. Des essais toujours plus nombreux sont entrepris afin de remplacer les carburants conventionnels par des types de carburants régionaux. Ces tests peuvent cependant provoquer un gonflement accru des élastomères, en particulier dans le cas des biocarburants contenant du méthanol ou de l'éthanol.

Les émissions admissibles de carburants ont été considérablement réduites dans de nombreux pays au cours des dernières années. Cela a conduit à un accroissement massif des exigences à remplir par les joints élastomères. L'imprégnation en particulier, qui augmente avec le gonflement, doit être évitée. L'utilisation de joints toriques constitués de matières FKM dotées d'une haute teneur en fluor a permis d'obtenir de très bons résultats dans ce domaine.

Application	Fluide	Plage de température		Matières		
		mini.	maxi.	ISO	Parker	
circuit de carburant	essence normale et super	-35	60	FKM	V0747-75	
		-40	60	FKM	V3736-75	
		-30	60	FKM	VW252-65	
		diesel / PME	-35	60	FKM	V0747-75
			-30	60	FKM	VW252-65
			-30	60	FKM	V16327-75
conduites, raccords	essence normale et super, diesel / PME, carburants spéciaux (haute teneur en alcool, gaz sulfureux)	-35	60	FKM	V3726-75	
		-35	200	FKM	V8792-70	
		-20	200	FKM	V16327-75	
		-50	175	FVMQ	L40713-70	
		-50	175	FVMQ	L3355-70	

7 Applications

Application	Fluide	Plage de température		Matières	
		mini. [°C]	maxi. [°C]	ISO	Parker
systèmes d'injection, soupapes, injecteurs	essence normale et super, diesel / PME, carburants spéciaux	-30	200	FKM	V8589-75
		-35	200	FKM	V8727-70
		-40	200	FKM	V8989-80
		-40	200	FKM	V3736-75
		-40	200	FKM	V8781-75
		-49	200	FKM	V8908-80

Tab. 7.2 Applications dans les circuits de carburant

7.1.4 Boîte de vitesses

Exigences générales

Température : env. +90 °C (jusqu'à 170 °C pendant un court instant)

Fluide : huile d'embrayage (huile de référence SAE 90) et huile ATF (Automatique Transmission Fluide)

Matières : NBR: N0674-70, N0741-75, N0552-90

ACM : A3872-70

FKM : V0747-75, V0884-75, V8826-75

7.1.5 Systèmes de climatisation

Température : -40 °C à env. 90 °C.

Réfrigérant	Matière	
	ISO	Parker
HFO1234yf (huile POE/PAO)	HNBR	N3554-75
HFO1234yf (huile POE/PAO)	HNBR	N8822-75
HFO1234yf (huile POE/PAO)	EPDM	E8901-70
R-134a	EPDM	E8537-75
R-134a	CR	C0557-70

Tab. 7.3 Réfrigérants pour systèmes de climatisation

7.1.6 Réduction des émissions grâce au traitement des gaz d'échappement

Les exigences en matière de réduction des émissions pour les véhicules utilitaires et particuliers deviennent plus strictes dans le monde entier. Dans les systèmes de réduction catalytique sélective (SCR), de l'urée synthétique (AdBlue®) est utilisée pour réduire les émissions de NOx. Cette solution aqueuse d'urée (32,5 %) est un produit chimique respectueux de l'environnement utilisé pour la purification des gaz d'échappement.

Parker a développé des matières adaptées aux applications dans le domaine du post-traitement des gaz d'échappement.

Les matières EPDM ou HNBR sont principalement utilisées, en fonction de la température de fonctionnement.

Matière : EPDM : E8556-70

Température : -50 °C à 130 °C.

Matière : HNBR : N8895-75

Température : -50 °C à 150 °C.

7.2 Biomédecine

La biocompatibilité selon la norme USP Classe IV et/ou ISO 10993 est l'exigence centrale pour les matériaux d'étanchéité utilisés dans la biomédecine. Outre les matériaux en silicone, les matières EPDM, IR, FKM et TPE sont disponibles pour ces utilisations. Le processus de stérilisation doit également être pris en compte dans le choix des matériaux, car tous les matériaux ne sont pas adaptés à toutes les méthodes sans limitations.

7.3 Procédés chimiques

Dans ce domaine d'application, tous les composés d'étanchéité en élastomère sont utilisés de nos jours, des caoutchoucs NBR à HNBR, EPDM, VMQ, FVMQ et FKM, en passant par les composés FFKM (perfluoroélastomères haute performance).

Du fait l'adaptation continue des processus chimiques en ce qui concerne le volume de sortie, l'efficacité de la production et le développement de nouveaux produits, les profils d'exigences liées aux composants d'étanchéité changent également.

Pour les applications dans lesquelles un élastomère FKM a été utilisé jusqu'à maintenant, par exemple, en raison de températures plus élevées ou de fluides plus agressifs, seuls le HiFluor® ou le Parofluor® apporteront les capacités recherchées à l'avenir.

La matière d'étanchéité choisie est donc déterminée par ses caractéristiques propres. Les ingénieurs du Support technique applications de Parker travaillent avec nos chimistes de laboratoire pour vous aider à choisir les matières d'étanchéité appropriées.

7.4 Fluides hydrauliques écologiques

L'industrie ne peut plus ignorer la demande accrue en ce qui concerne l'utilisation des fluides de transmission hydraulique biodégradables. En particulier, de plus en plus de fluides utilisés dans les systèmes hydrauliques mobiles se caractérisent par une biodégradabilité plus rapide et une biotoxicité inférieure par rapport aux huiles minérales. La biodégradabilité est définie comme l'oxydation de fluides sous pression par des microorganismes qui produisent en fin de cycle du dioxyde de carbone, de l'eau et des matières bactériennes.

Les procédures CEC-L-103-A-12 (2012) et 301B de l'OCDE se sont imposées comme les méthodes de test pertinentes dans ce domaine.

La liste des fluides utilisés, souvent appelés les huiles bio, est indiquée dans le tableau suivant. Une attaque chimique potentielle du joint d'étanchéité par le fluide hydraulique considéré peut être évaluée par l'intermédiaire de tests de stockage.

Fluides hydrauliques écologiques DIN ISO 15380	
Substance	Code
Triglycérides (huile de colza)	HETG
Polyalkylène glycol	HEPG
Ester synthétique	HEES
Polyalphaoléfines (PAO) et hydrocarbures associés	HEPR

Tab. 7.4

Fluide hydraulique	Abréviation	Matière recommandée	
		dynamique	statique
huile minérale	H, HL, HLP, HVLP	NBR, HNBR, FKM, TPU	NBR, HNBR, FKM, CR, TPU
polyalphaoléfines	PAO	NBR, HNBR, FKM	NBR, HNBR, FKM, CR
mélange eau/glycol	HFC	NBR, HNBR, (FKM ¹⁾ , TPU ³⁾	NBR, HNBR, (FKM ¹⁾ , EPDM ²⁾ , TPU ³⁾
émulsion d'huile dans l'eau	HFAE, HFAS	NBR, HNBR, FKM, TPU ³⁾	NBR, HNBR, FKM, TPU ³⁾
émulsion d'eau dans l'huile	HFB	NBR, HNBR, FKM, TPU ³⁾	NBR, HNBR, FKM, TPU ³⁾
organophosphorés	HFD	FKM ¹⁾ , EPDM ²⁾	FKM ¹⁾ , EPDM ²⁾
polyolester	HFDU	NBR, HNBR, FKM	NBR, HNBR, FKM
ester synthétique	HEES	NBR, HNBR, FKM, TPU ³⁾	NBR, HNBR, FKM, TPU ³⁾
triglycérides (huile de colza)	HETG	NBR, HNBR, FKM, TPU ³⁾	NBR, HNBR, FKM, TPU ³⁾
polyalkylène glycol	HEPG	NBR ¹⁾ , HNBR, FKM, CR, EPDM ²⁾	NBR, HNBR, FKM, CR, EPDM ²⁾
hydrocarbures synthétiques	HEPR	NBR, HNBR, FKM, TPU	NBR, HNBR, FKM, TPU
liquide de frein	DOT-3/ DOT-4	EPDM	EPDM

¹⁾ Test recommandé

²⁾ Totalement sans huile minérale

³⁾ Matériau stabilisé en cas d'hydrolyse

Tab. 7.5 Vue d'ensemble des matières pour les fluides hydrauliques

7.5 Équipements à énergie solaire

Dans les premiers temps du développement de l'énergie photovoltaïque, les fabricants n'ont guère établi d'exigences très élevées pour les connecteurs PV. En raison de l'émergence de réglementations nationales et internationales concernant la résistance aux conditions climatiques/rayonnements UV (par exemple, DH 605/A1) ou aux flammes (par exemple, IEC 60332-1-2), cette situation a considérablement évolué.

L'intrusion d'humidité continue de poser un problème général, car l'humidité augmente les résistances de contact. Par conséquent, la sélection du composé et la conception du joint d'étanchéité ap-

propriétés (force de compression, par exemple) continuent d'être des étapes essentielles. Conçu spécifiquement pour ces applications, le matériau en silicone S0604-70 certifié UL1703 est disponible dans la gamme des produits proposés par Parker. Le matériau S0604-70 peut également être utilisé pour les dispositifs d'arrêt (protection incendie).

7.6 Énergie géothermique

L'énergie géothermique fait référence à l'utilisation de la chaleur emmagasinée dans la croûte terrestre. Plus on pénètre dans les profondeurs de la structure interne de la Terre, plus la température est élevée : elle augmente en moyenne de 35 à 40 °C par kilomètre de profondeur.

Divers procédés techniques sont utilisés dans le but d'exploiter cette « énergie ». Les joints utilisés dans ces applications doivent généralement faire face à des conditions extrêmes :

- Haute pression
- Hautes températures.
- Résistance chimique.

La matière V8920-75 FFKM de la série Parofluor®, par exemple, s'est révélée être une solution viable. En présence d'eau chaude ou de vapeur associée à des fluides agressifs, ce matériau constitue le bon choix.

7.7 Températures extrêmes

7.7.1 Hautes températures

À des températures trop élevées pour une matière élastomère, la dégradation débute par une perte de géométrie du joint ou une usure accrue. La tendance à gonfler ou le post-durcissement sont accélérés à des températures élevées.

On parle de « vieillissement » lorsque des modifications interviennent au sein d'une matière. Les dommages causés à un produit augmentent avec une déformation statique ou dynamique. Le vieillissement se traduit par les phénomènes suivants :

Changements visuels :

- Motifs de craquelures réguliers.
- Motifs de craquelures non réguliers ou surface ridée.
- Déformation rémanente après compression élevée.

Changements mesurables :

- Durcissement ou ramollissement (selon la matière).
- Modification des propriétés physiques (résistance à la déchirure, allongement à la rupture, module, etc.).

Lorsque la température augmente, le film lubrifiant s'amincit, car la viscosité du fluide diminue, ce qui conduit à une usure accélérée du joint d'étanchéité.

7 Applications

Les élastomères ont un coefficient de dilatation thermique qui est environ dix fois supérieur à celui du métal. Cela signifie en particulier que les joints munis d'une grande section peuvent se dilater de manière très importante. La pression élevée exercée sur le logement et la pièce en contact entraîne une friction excessive. Les gorges de taille supérieure n'offrent aucun secours dans de tels cas, car le préchargement à basse température peut ne pas suffire.

La figure 7.2 montre les gammes de température pour différents élastomères. Si une compatibilité avec un fluide n'est pas optimale, les températures maximales admissibles peuvent être significativement plus faibles.

La comparaison des élastomères dans le tableau 7.6 montre les limites de températures représentant les températures permanentes maximales autorisées dans les applications avec certains fluides fréquemment utilisées, à condition que l'élastomère soit compatible avec le fluide considéré.

Matières DIN ISO 1629	Lubrifiant à base d'huile minérale	Eau	Air
NBR	100	70	90
HNBR	150 ¹⁾	130 ²⁾	150
FKM	200 ¹⁾	130 ²⁾	200
FKM HiFluor®	200 ⁶⁾	180 ²⁾	250
FFKM	200 ⁶⁾	230	320 ²⁾
EPDM	non résistant	150 (180) ⁵⁾	150
VMQ	150 ¹⁾	100	210
FVMQ	175 ¹⁾	100	175
ECO	135	50	135
ACM	150 ¹⁾	- ³⁾	150
CR	100	80 ⁴⁾	90
TPU	100	50 (80) ⁷⁾	100

¹⁾ À ces températures, les lubrifiants se dégradent après une courte période.

²⁾ Grades spéciaux.

³⁾ Gonflement important à température ambiante, hydrolyse à des températures plus élevées.

⁴⁾ Gonflement moyen à important en fonction de la température.

⁵⁾ Dans la vapeur.

⁶⁾ La matière a une résistance à la chaleur plus élevée, mais le lubrifiant se dégrade à ces températures.

⁷⁾ Stabilisé en cas d'hydrolyse.

Tab. 7.6 Comparaison des élastomères dans un fluide de contact compatible et températures max. admissibles (°C)

7.7.2 Basses températures

Une fois refroidies, les matières en caoutchouc perdent leur élasticité. À des températures très basses, elles durcissent et acquièrent une fragilité proche de celle du verre ; elles peuvent se briser en cas de choc. Il n'y a pas de risque de dommages pour les joints toriques stockés ou installés dans de telles conditions tant qu'ils ne sont pas soumis à un impact mécanique, car la congélation est réversible et la matière retrouve ses propriétés initiales lors d'un retour à des températures normales.

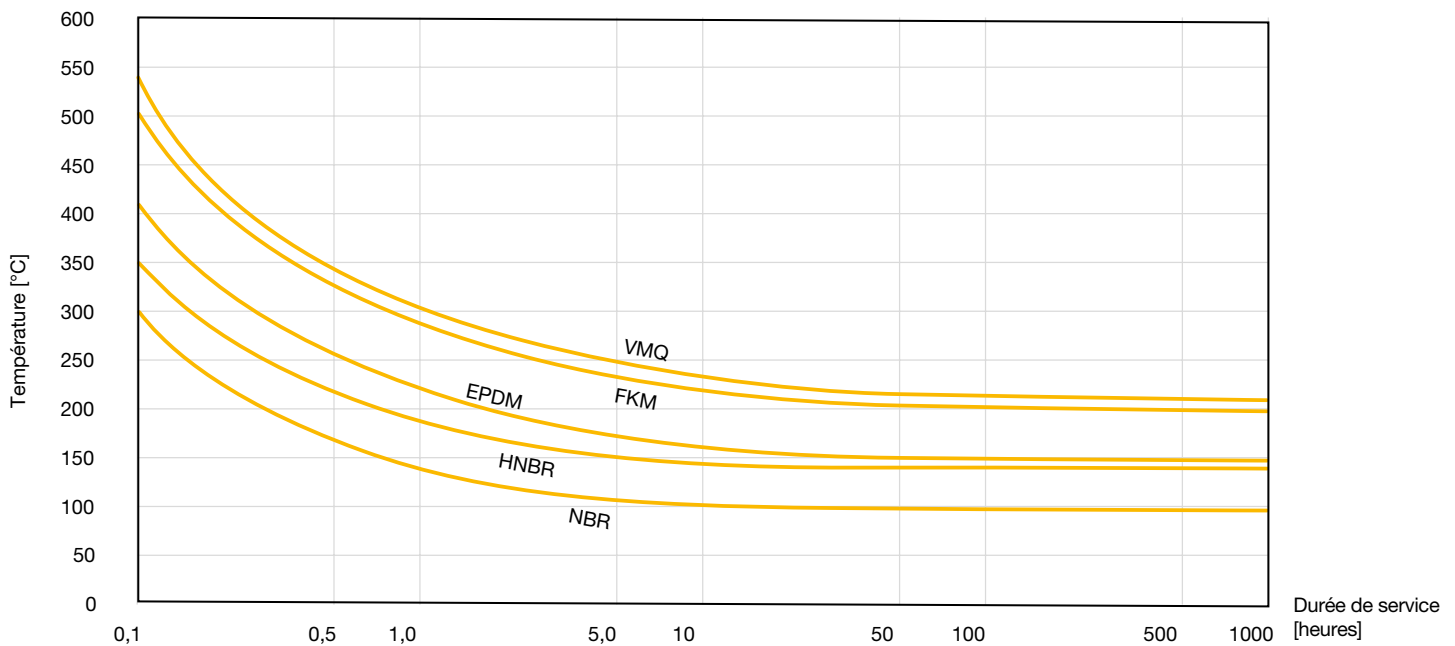
L'influence des fluides de contact peut légèrement améliorer la flexibilité à basse température en cas d'augmentation de volume et diminuer de façon significative en cas de diminution de volume (par extraction du plastifiant).

Le silicone (S0604-70) et le fluorosilicone (L0677-70) offrent une bonne flexibilité à basse température et ils doivent être choisis en fonction de leur résistance aux fluides. Les silicones ne conviennent que pour des applications statiques en raison de leur faible résistance à l'usure. D'autres élastomères ayant une bonne flexibilité à basse température sont les caoutchoucs CR, EPDM et HNBR, ainsi que les matières spéciales FKM.

Pour les matières de joint torique, les mesures pour évaluer les changements liés à la température en ce qui concerne la dureté, la résistance aux chocs et la déformation rémanente après compression se sont également révélées être appropriées pour évaluer l'élasticité à basse température (fig. 7.3). Alors qu'une multitude de méthodes existe pour tester la résistance à basse température, leur valeur comparative et leur utilisation pratique sont limitées à un petit nombre de cas. Les tests TR10 réalisés selon la norme ASTM D 1329 (ou ISO S 2921) ont démontré une mesure réaliste d'évaluation des limites de températures fonctionnelles (fig. 7.4). Cela implique l'étirement à 100 % d'un échantillon et sa congélation dans un état étiré. L'échantillon est ensuite libéré à l'une de ses extrémités et on laisse la température monter à une vitesse contrôlée. Après avoir été réchauffé, l'élastomère commence à retrouver sa forme d'origine. Lorsqu'un allongement de 90 % est atteint, la température correspondante est le point TR10. Cela signifie un retour d'élasticité de 10 %. En poursuivant le test, 50 % correspond à TR50, etc. La température au point TR10 peut être mesurée pour tous les élastomères afin de déterminer une température minimale de fonctionnement.

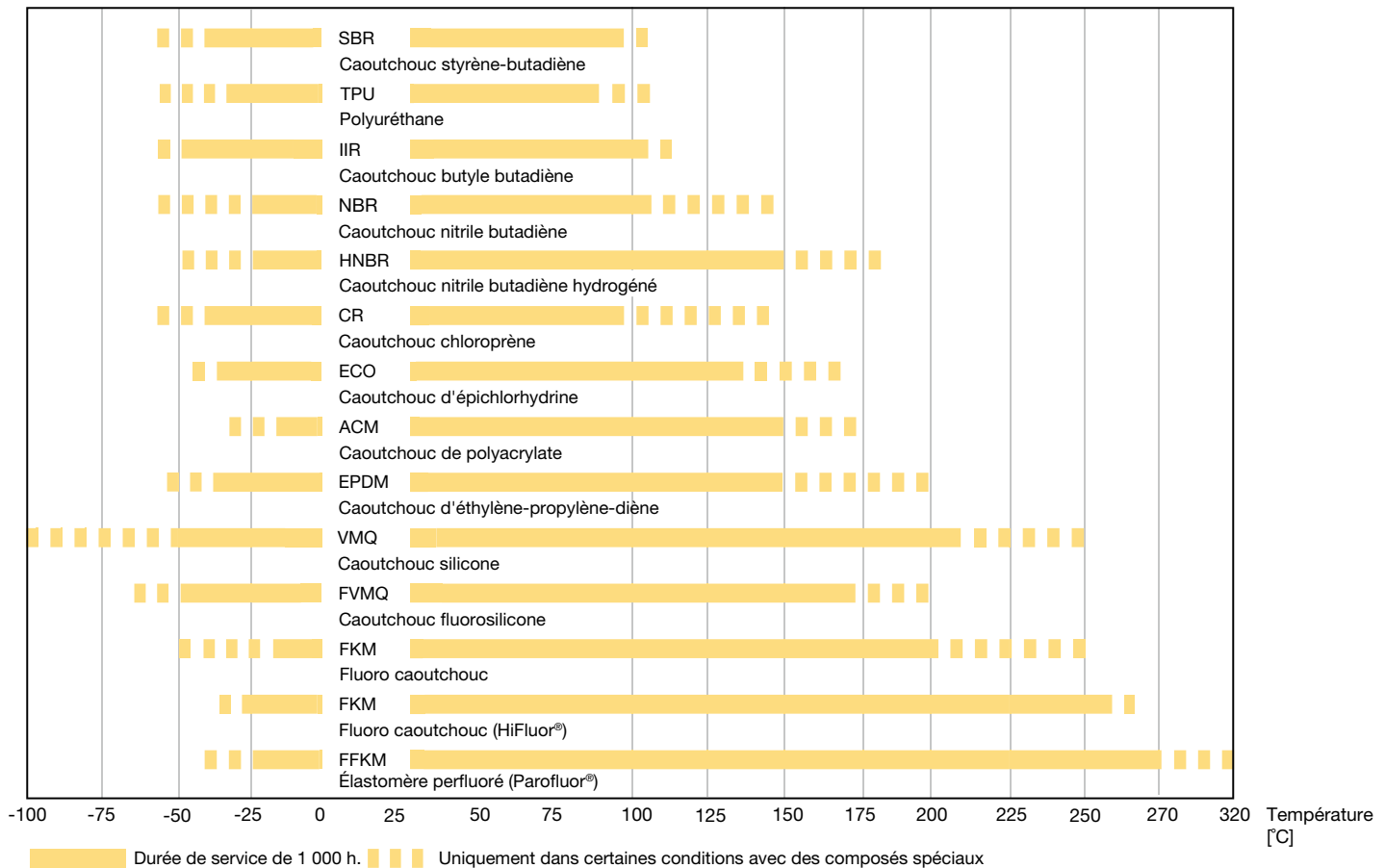
En pratique, un joint statique bien conçu peut avoir une température minimale de fonctionnement d'environ 10 °C inférieure au point TR10.

7 Applications



Le schéma ne peut être utilisé que comme une indication. La durée de vie réelle d'un joint d'étanchéité à une température trop élevée dépend de l'application et du fluide considéré.

Fig. 7.1 Hautes températures limites pour divers matériaux élastomères



Ces plages de températures sont valides pour les applications où le contact avec les fluides qui ont un effet agressif sur la matière considérée est exclu.

Exemple : VMQ : dans l'air jusqu'à +210 °C, dans l'eau jusqu'à +100 °C.

Fig. 7.2 Hautes températures limites pour divers matériaux élastomères

7 Applications

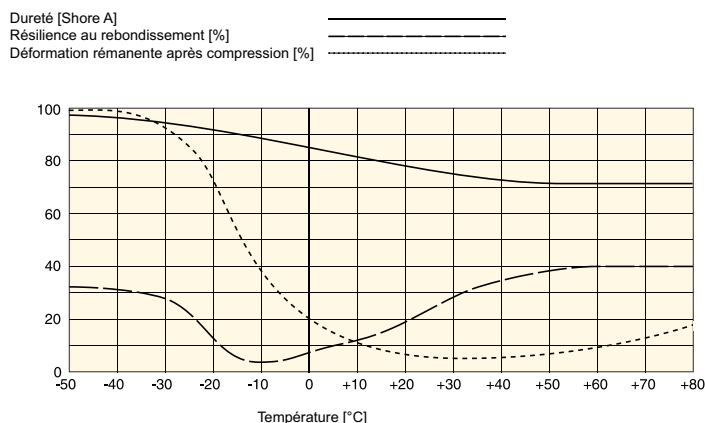


Fig. 7.3 Modifications des caractéristiques en fonction de la température du caoutchouc NBR 80

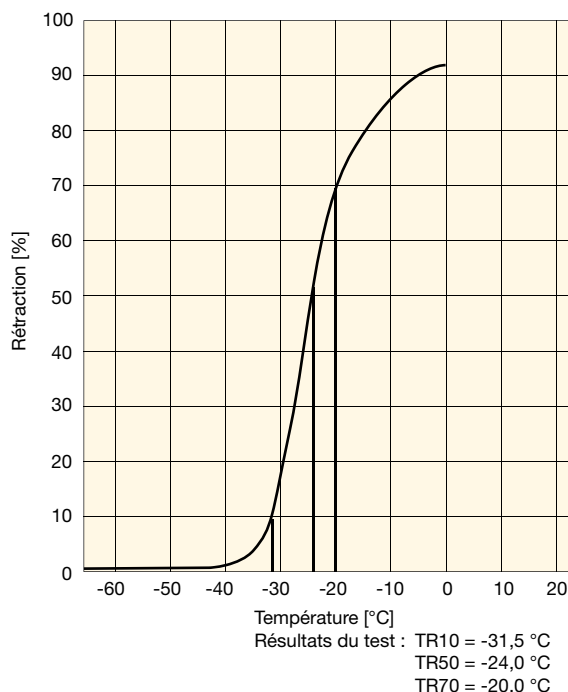


Fig. 7.4 Test TR selon la norme ASTM D-1329/ISO 2921 S pour NBR 70 Shore A

7.8 Applications pour les gaz

Avec les applications pour les gaz, il existe une distinction entre les matières élastomères pour joints et membranes dans les équipements de gaz selon la norme DIN EN 549 et les matières d'étanchéité pour les conduites d'alimentation, les composants pour le gaz et les hydrocarbures liquides selon la norme EN 682 (précédemment DIN 3535 Partie 3). Les matériaux fabriqués à partir de caoutchouc NBR, HNBR, FKM et les matières en silicium et sont silicone avec l'homologation appropriée.

Comme le gaz naturel est inodore en lui-même, des agents odorisants sont ajoutés pour permettre la détection immédiate d'une fuite. De nouveaux agents odorisants sans soufre (d'appellation

commerciale Gasodor S-free par exemple) sont plus agressifs envers les matières élastomère que les agents odorisants à base de soufre qui sont encore en usage. Les valeurs de gonflement acceptables en ce qui concerne les liquides sans soufre sont uniquement atteintes grâce à HiFluor® (FKM) ou aux matières Parofluor® (FFKM).

7.9 Production de semi-conducteurs

Dans les processus de production de semi-conducteurs, il n'y a pas de place pour les matériaux d'étanchéité « standard ». Les produits chimiques et les gaz très agressifs, les températures élevées, les environnements de vide poussé et les plasmas font tous partie intégrante de la fabrication des puces modernes. Dans de tels processus, toute fuite ou contamination provoque des temps d'arrêt ou des pertes de productivité coûteux.

Grâce à leurs propriétés physiques supérieures, les matériaux Parofluor® sont parfaitement adaptés pour une utilisation avec les plasmas et les gaz, de même qu'avec les processus thermiques et en milieu humide.

Parker a développé des matières Parofluor® spéciales pour une utilisation avec les processus de fabrication de semi-conducteurs les plus avancés. Elles résistent à des températures élevées tout en étant très résistantes dans le traitement des fluides. La fabrication de ces joints se plie des exigences particulières, notamment à celles des technologies de production en salle blanche. Au cours de l'inspection finale, les pièces sont nettoyées séparément et elles sont ensuite emballées dans des conditions stériles de salle blanche. Ces procédures garantissent que les joints sont conformes aux normes UHP (Ultra-Haute Pureté).

7.10 Technologies du froid et de la climatisation, propulseurs

Les joints utilisés dans les systèmes de refroidissement doivent être totalement compatibles avec le réfrigérant. Les réfrigérants décrits sont codés avec la lettre « R » et ils se composent de fluides à base d'hydrocarbures fluorés et chlorés.

Les appellations commerciales, par exemple Fréon, Frigen, Kaltron, sont utilisés en même temps que le numéro de type. Exemples : R-134a correspond à Frigen 134a, 134a à Fréon 134a, Kaltron 134a.

Les produits chimiques destinés à l'extinction d'incendie sont désignés comme les halons. ex : R-13B1 correspond à Halon 1301.

Les recommandations concernant les matières Parker sont basées sur des tests approfondis. Lors du remplissage du circuit de refroidissement, les instructions de montage du réfrigérant et/ou de la machine du fabricant doivent être observées.

7 Applications

Fluide	Matière Parker recommandée	NBR	HNBR	EPDM	FKM	CR
Alkyl-benzène	N3554-75, N0674-70	1	1	4	1	2
Freon, 12	C0873-70, C0557-70	2	2	3	3	1
Freon, 12 et huile ASTM n° 2 (50:50 50:50)	V1164-75	2	2	4	1	4
Freon, 12 et Sunisco 4G (50:50 50:50)	V1164-75	2	2	4	1	4
Freon, 13	C0873-70, C0557-70	1	1	1	1	1
Freon, 13B1	N0674-70	1	1	1	1	1
Freon, 14	C0873-70, C0557-70	1	1	1	1	1
Freon, 22	C0873-70, C0557-70	4	4	3	4	1
Freon, 22 et huile ASTM n° 2 (50:50 50:50)	V1164-75	4	4	4	2	4
Freon, 31	E0540-80	4	4	1	4	2
Freon, 32	C0873-70, C0557-70	1	1	1	4	1
Freon, 112	V1164-75	2	2	4	1	4
Freon, 113	N0674-70	1	1	4	2	2
Freon, 113 huile à points d'aniline haut et bas	N0674-70	1	-	-	-	-
Freon, 114	C0873-70, C0557-70	1	1	1	1	1
Freon, 114B2	N0674-70	2	2	4	2	4
Freon, 115, 116	C0873-70, C0557-70	1	1	1	2	1
Freon, 124 (chlorotétrafluoroéthane)	V3819-70	-	-	-	-	-
Freon, 125 (pentafluoroéthane)	C0873-70, C0557-70	-	-	1	-	1
Freon, 134a (tétrafluoroéthane)	N3554-75	-	1	1	-	-
Freon, 142b	V1164-75	2	2	4	2	-
Freon, 152a (difluoroéthane)	V3819-75	-	-	-	-	-
Freon, 218	N0674-70	1	-	1	1	-
Freon, 502	C0873-70, C0557-70	2	2	1	2	1
Freon, BF	V1164-75	2	2	4	1	4
Freon, C316	N0674-70	1	-	1	1	-
Freon, C318	C0873-70, C0557-70	1	1	1	2	1
Freon, K-142b	C0873-70, C0557-70	1	1	1	4	1
Freon, K-152a	C0873-70, C0557-70	1	1	1	4	1
Huile minérale	N3554-75, N0674-70	1	1	4	1	3
Huile de compresseur PAG	N1173-70, N3554-75	1	1	1	2	1
Polyolester (POE) pétrole	N1173-70, N3554-75	1	1	2	2	2
R245fa+(pentafluoro propane)	C0873-70, C0557-70	-	-	-	4	1
R401a (53 % R22 / 13 % R152a / 34 % R124)	C0873-70, C0557-70	-	4	1	4	1
R401b (61 % R22 / 11 % R152a / 28 % R124)	C0873-70, C0557-70	-	-	-	-	1
R401c (33 % R22 / 15 % R152a / 52 % R124)	C0873-70, C0557-70	-	-	-	-	1
R403a (5 % R290 / 75 % R22 / 20 % R218)	C0873-70, C0557-70	-	-	-	-	1
R403b (5 % R290 / 56 % R22 / 39 % R218)	C0873-70, C0557-70	-	-	-	-	1
R404a (44 % R125 / 52 % R143a / 4 % R134a)	C0873-70, C0557-70	-	1	1	4	1
R405a (45 % R22 / 7 % R152a / 5,5 % R142b / 42,5 % RC318)	C0873-70, C0557-70	-	-	-	-	1
R406a (55 % R22 / 4 % R600a / 41 % R142b)	C0873-70, C0557-70	-	-	-	-	1
R407c (23 % R32 / 25 % R125 / 52 % R134a)	C0873-70, C0557-70	-	2	-	4	1
R407d (15 % R32 / 15 % R125 / 70 % R134a)	C0873-70, C0557-70	-	-	-	-	1
R407e (25 % R32 / 15 % R125 / 60 % R134a)	C0873-70, C0557-70	-	-	-	-	1
R408a (47 % R22 / 46 % R143a / 7 % R125)	C0873-70, C0557-70	-	-	-	-	1
R409a (60 % R22 / 25 % R124 / 15 % R142b)	C0873-70, C0557-70	-	-	-	-	1

7 Applications

Fluide	Matière Parker recommandée	NBR	HNBR	EPDM	FKM	CR
R409b (65 % R22 / 25 % R124 / 10 % R142b)	C0873-70, C0557-70	-	-	-	-	1
R410a (50 % R32 / 50 % R125)	C0873-70, C0557-70	-	2	1	4	1
R410c	C0873-70, C0557-70	-	-	-	4	1
R411a (1,5 % R1270 / 87,5 % R22 / 11 % R152a)	C0873-70, C0557-70	-	-	-	-	1
R411b (3 % R1270 / 94 % R22 / 3 % R152a)	C0873-70, C0557-70	-	-	-	-	1
R411c+ (3 % R1270 / 95,5 % R22 / 1,5 % R152a)	C0873-70, C0557-70	-	-	-	-	1
R412a (70 % R22 / 5 % R218 / 25 % R142b)	C0873-70, C0557-70	-	-	-	-	1
R413a (9 % R218 / 88 % R134a / 3 % R600a)	C0873-70, C0557-70	-	-	-	-	1
R414a+ (51 % R22 / 28,5 % R124 / 16,5 % R142b / 4 % R600a)	C0873-70, C0557-70	-	-	-	-	1
R414b+ (50 % R22 / 39 % R124 / 9,5 % R142b / 1,5 % R600a)	C0873-70, C0557-70	-	-	-	-	1
R500 (73,8 % R12 / 26,2 % R152a)	C0873-70, C0557-70	-	-	-	-	1
R502 (48,8 % R22 / 51,2 % R115)	C0873-70, C0557-70	-	-	-	-	1
R507 / R507a (50 % R125 / 50 % R143a)	C0873-70, C0557-70	-	1	1	4	1
R509 / R509a (44 % R22 / 56 % R218)	C0873-70, C0557-70	-	-	-	-	1
R600 (n-butane)	N0674-70	1	1	4	1	1
R600a (isobutane)	N0674-70	1	1	4	1	1
R611 (formiate de méthyle)	C0873-70, C0557-70	4	4	2	-	2
R717 (ammoniaque)	C0873-70, C0557-70	4	4	2	4	2
R744 / CO ₂ (Dioxyde de carbone)	E3804-90	2	2	1	3	2

Indice de compatibilité : 1 = satisfaisante, 2 = moyenne, 3 = conditionnelle, 4 = insatisfaisante, espace vide = données insuffisantes

Tab. 7.7 Recommandations en ce qui concerne les matières pour les réfrigérants (autres compatibilités aux fluides réfrigérants disponibles sur demande)

7.11 Industries alimentaire et pharmaceutique

Les joints entrant en contact avec des denrées alimentaires, des boissons et des produits pharmaceutiques doivent être résistants à la technique C.I.P./S.I.P. Les matériaux en silicone peuvent être utilisés dans des applications alimentaires pour ce qui concerne leurs propriétés physiologiques, car ils sont inertes, inodores et insipides. Outre le fait d'offrir une résistance chimique et thermique, les matières d'étanchéité doivent respecter diverses réglementations nationales, européennes et internationales. Pour de plus amples informations, consultez la section « Matières destinées aux industries alimentaire et pharmaceutique ».

7.12 Industrie aérospatiale

C'est dans l'industrie aérospatiale que les matières élastomères doivent satisfaire aux exigences les plus sévères. Des matériaux spéciaux doivent souvent être développés pour répondre aux spécifications. En outre, de nombreuses exigences particulières doivent être respectées lors de la production de pièces finies, afin de se conformer à des règles de sécurité et à des exigences techniques plus strictes. Parker a mis en place les mesures d'organisation et de qualité, ainsi que les procédures techniques pertinentes, afin d'être un fabricant homologué pour les industries aérospatiales civile et militaire.

L'expérience de Parker dans ce secteur a été acquise en travaillant avec de nombreux clients et en prenant part à un certain nombre de comités de normalisation.

Notre centre de services dédié aux applications aérospatiales est disponible pour vous conseiller au sujet des solutions les mieux adaptées à vos besoins spécifiques en matière d'étanchéité.

7.13 Ingénierie nucléaire

Les élastomères destinés à être exposés aux radiations doivent réussir les tests de qualité et les tests matériels. Outre les radiations, l'élastomère doit également être compatible avec le fluide de contact dans les conditions de fonctionnement (température, pression, etc.).

Dans la majorité des applications, la dose de radiations reste inférieure à 10⁶ rad, niveau obtenu après des années de fonctionnement. Pratiquement tous les élastomères ne subissent aucune modification dans leurs propriétés physiques à des niveaux de radiations allant jusqu'à 1 M rad (±10⁶ rad ±10⁴ J/kg). Parker a développé des matières offrant une résistance aux radiations de niveau équivalent à 10⁷ rad (voir la section 8.22 Radiation).

7.14 Industrie du pétrole et du gaz

Les fabricants de joints sont confrontés à de nouvelles problématiques au travers des applications rencontrées dans l'industrie offshore. Les conditions de travail sont très difficiles :

- Fluides de contact agressifs et variés.
- Hautes pressions.
- Vaste gamme de températures.

Des conditions critiques se produisent dans les cas suivants :

- Les additifs d'huile provoquent une attaque chimique.
- Explosion décompression (voir « Explosion décompression » à la section 10).
- Fluage dans le jeu d'extrusion à haute pression.
- Hautes et basses températures.

Les conditions de travail dépendent grandement de l'emplacement et de la fonction.

Températures : jusqu'à +200 °C, plus pics

Pressions de fonctionnement : 100 à 1000 bars et supérieures

Matières : FKM : V0747-75, V0709-90

NBR : N0674-70, N0552-90

Matières spéciales : FKM : V0858-95

Contactez nos ingénieurs pour plus d'informations dans ce domaine.

Matières		Dureté	Température ¹⁾		Standard
ISO	Parker	[Shore A]	[°C]		
NBR	N0552-90	90 ⁺⁵	-30	100	Norsok M-710
HNBR	KA183-85	85 ⁺⁵	-50	150	
FKM	VG109-90	90 ⁺⁵	-45	205	ISO 23936-2/Total
FFKM	F0400-80	80 ⁺⁵	-40	270	ISO 23936-2/Total

¹⁾ Se réfère à une application statique et les températures sont arrondies

Tab. 7.8 Vue d'ensemble des matières standard pour l'industrie du pétrole et du gaz

7.15 Sanitaire / chauffage

Les caoutchoucs EPDM/NBR et les composés en silicone sont les matériaux d'étanchéité principalement utilisés dans les technologies sanitaires et le bâtiment. Si les joints entrent en contact avec de l'eau potable, il est nécessaire d'employer des matières homologuées pour les applications de traitement de l'eau potable selon les réglementations spécifiques à chaque pays. Les applications types pour les joints toriques et les pièces moulées sont les sanitaires, les vannes thermostatiques, les pompes, les compteurs d'eau ou les raccords de canalisation d'eau.

Outre les homologations nécessaires pour les applications d'eau potable, les joints destinés aux raccords de canalisation doivent être conformes aux exigences spécifiées par les normes EN681-1 et W534. Ces normes comprennent des exigences de tests qui fournissent des informations concluantes sur le comportement des joints à long terme dans des conditions de test orientées par des applications de terrain.

Homologations spécifiques aux pays pour les applications d'eau potable	Pays	Remarques
KTW	Allemagne	-
W270	Allemagne	Comportement micro-biologique de la matière.
ACS	France	-
KIWA	Pays-Bas	-
ÖNORM B 5014	Autriche	-
WRAS	Royaume-Uni	-
NSF 61	États-Unis	-

Tab. 7.9 Homologations spécifiques aux pays pour les applications d'eau potable

Standard	Pays	Remarques
EN 681-1	Allemagne	Exigences physiques requises pour le joint.
W534	Allemagne	Comportement à long terme dans une eau à 110 °C.

Tab. 7.10 Normes pour une utilisation dans des applications d'eau potable

7.16 Etanchéité au vide

Les recommandations suivantes doivent être observées lors de la mise en œuvre d'un système d'étanchéité en présence de vide :

- Sélectionner la matière appropriée pour le joint torique.
- Les surfaces à isoler hermétiquement et le logement doivent avoir une bien meilleure finition de surface que dans les cas d'utilisation de joints « normaux » (voir le tableau 7.12).
- Le joint torique doit remplir le logement (à près de 100 %). Cela signifie que des zones de contact plus grandes sont créées et que la vitesse de diffusion au travers de l'élastomère diminue.
- Pour accroître l'efficacité, deux joints peuvent être montés en tandem dans des logements séparés.
- Le taux de fuite total est réduit lorsqu'une graisse conçue pour les applications sous vide (par exemple, Parker Super-O-Lube) est utilisée.

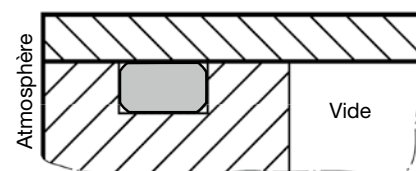


Fig. 7.5 Logement de joint torique pour le vide

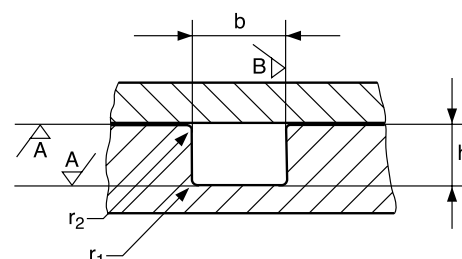


Fig. 7.6 Dimensions d'un logement pour le vide, application statique

7 Applications

d_2	$h^{-0,05}$	$b^{\pm 0,05}$	r_1 / r_2
1,78	1,25	2,10	0,20 - 0,40
2,62	1,85	3,10	0,20 - 0,40
3,53	2,50	4,15	0,20 - 0,40
5,33	3,70	6,30	0,20 - 0,40
6,99	4,90	8,20	0,20 - 0,40

Tab. 7.11 Dimensions d'un logement pour le vide à env. 30 % de déformation de la section du joint torique d_2

	Rugosité de la finition de surface, pourcentage de la zone de contact $t_p > 50$ %			
	A surface de contact		B parois du logement	
	R_a	$R_{max.}$	R_a	$R_{max.}$
Vide	0,80	3,20	1,60	6,30
vers 10^{-8} Torr	0,40	1,60	1,60	6,30
vers 10^{-8} Torr	0,10	0,40	1,60	6,30

Tab. 7.12 Finition de surface d'un logement pour le vide

Exigences pour la matière du joint torique :

- Faible taux d'imprégnation aux gaz.
- Faible déformation rémanente après compression.
- Compatibilités avec les fluides.
- Compatibilités avec les températures.
- Perte de masse faible dans le vide.

Matière		Coefficient de perméabilité au gaz ²⁾ $F \times 10^{-8}$	Perte de masse ¹⁾
ISO	Parker	$\left[\frac{\text{cm}^3 \times \text{cm}}{\text{cm}^2 \times \text{s} \times \text{bar}} \right]$	[%]
IIR	-	7	0,18
CR	C0557-70	7	0,13
NBR	N0674-70	8	1,06
HNBR	N3554-75	8	1,06
FKM	V0747-75	13	0,09
ACM	A0607-70	16	-
EPM	-	20	0,39
MFQ	L0677-70	143	0,25
MVQ	S0604-70	238	0,31

¹⁾ Vide 10^{-6} Torr, température ambiante, période de test de 14 jours
Constante de perméabilité aux gaz F (10^{-8}) basée sur l'hélium à température ambiante et la perte de masse dans le vide
Unité F : $(\text{cm}^3)/\text{s} \times \text{bar}$

Tab. 7.13 Propriétés des élastomères

Pour de plus amples détails, consultez la section 8.11, « Taux de fuite du gaz ».

7.17 Matières résistantes aux moisissures

En raison de l'utilisation intensive d'élastomères, il est devenu nécessaire de tester la résistance des composants des matières à l'infestation et à la diffusion des moisissures. Les micro-organismes ne sont pas uniquement présents dans les zones tropicales : on les trouve également dans les systèmes hydrauliques, par exemple. Les matières sont testées conformément à la norme MIL-STD-810 B, méthode 508. Le tableau suivant montre les matières ayant passé le test (d'autres matières sont disponibles sur demande).

NBR	EPDM	VMQ	FKM	CR	FVMQ	FFKM
• N0674-70 • N0741-75 • N0552-90 • N0300-90 ¹⁾	• E0540-80 • E0652-90	• S0604-70	• V0747-75 • V0709-90	• C0557-70	• L0677-70	• V3860-75 • V8545-75

¹⁾ Matière Parbak®

Tab. 7.14 Les matières résistantes aux moisissures sont testées conformément à la norme MIL-STD-810 B, méthode 508.

8.1 Critères de sélection généraux

Le nombre et la variété des critères qui affectent un élément d'étanchéité sont souvent sous-estimés par les utilisateurs. Les propriétés chimiques d'un fluide et les conditions physiques de fonctionnement sont des critères essentiels de sélection d'un élastomère et de conception d'un logement.

Le tableau des compatibilités avec les fluides (voir l'Annexe) fournit des informations concernant l'influence chimique d'un fluide sur tous les élastomères couramment utilisés. Le tableau indique la matière optimale pour les différents fluides.

Cette section décrit le vocabulaire clé utilisé dans les technologies d'étanchéité. La connaissance de cette terminologie générale permet de répondre à des questions détaillées plus rapidement.

8.2 Abrasion

Les tests d'abrasion selon la norme DIN 53516 (en utilisant un cylindre recouvert de toile émeri) ne reproduisent pas les conditions de fonctionnement réelles de façon adéquate. L'usure mécanique réelle est très complexe à simuler, de sorte que les données comparatives obtenues selon la norme DIN 53516 ne sont guère concluantes dans de nombreux cas. Le comportement à l'usure doit donc être testé dans l'application concernée.

Les caoutchoucs HNBR, NBR, EPDM, CR et FKM offrent de bonnes propriétés de résistance à l'abrasion. Le polyuréthane (TPU) est très résistant à l'abrasion. Le silicone et le fluorosilicone ont une faible résistance à l'abrasion.

8.3 Vieillessement

Le vieillissement se traduit par la dégradation et la perte des propriétés physiques et il dépend du type des chaînes de molécules de caoutchouc. Les longues chaînes moléculaires se composent de nombreuses molécules plus petites connectées entre elles. Ces combinaisons et d'autres parties des chaînes moléculaires peuvent être vulnérables à des réactions chimiques.

Trois types de réactions de ce type sont liées au vieillissement :

1. **La dissociation** : les liaisons de molécules sont brisées et la chaîne principale est divisée en de courts segments. L'ozone, la lumière UV et la radioactivité provoquent la dissociation
2. **La réticulation** : il s'agit d'un processus d'oxydation qui entraîne la formation de nouvelles liaisons réticulaires. Ce processus conduit à la formation de nouvelles chaînes de molécules. La chaleur et l'oxygène favorisent ces modifications.
3. **Modification des groupes de molécules secondaires de la chaîne par réaction chimique** : un fluide de contact attaque l'élastomère et provoque une modification dans sa structure moléculaire. Tous les mécanismes qui conduisent

à la dégradation des propriétés d'un élastomère sont activés par l'environnement. Les joints subissent toujours l'influence du vieillissement, que ce soit lors du stockage ou dans les conditions de fonctionnement. Chaque élastomère offre une résistance spécifique au vieillissement.

8.4 Tests de vieillissement

Des échantillons de caoutchouc sont vieillis artificiellement dans des fours de traitement thermique dans des conditions aggravées pour permettre de tirer des conclusions sur le vieillissement naturel dans un court laps de temps. Les essais sont réalisés selon la norme DIN 53508 avec une température et une durée de test choisies en fonction du type d'élastomère et des conditions de travail, par exemple :

- Caoutchouc NBR 70 heures ou 7 jours à 70 ou 100 °C.
- Caoutchouc EPDM 70 heures ou 7 jours à 100 ou 150 °C.
- Caoutchouc FKM 70 heures ou 7 jours à 200 ou 250 °C.
- Caoutchouc VMQ 70 heures ou 7 jours à 200 ou 250 °C.

Les propriétés physiques suivantes sont mesurées avant et après vieillissement : dureté, résistance à la traction, allongement à la rupture et résistance à la traction (module). Un changement minimal indique une meilleure résistance au vieillissement.

8.5 Coefficient de dilatation thermique

En fonction de la formulation du mélange, les élastomères présentent un coefficient de dilatation thermique 10 fois supérieure à celle de l'acier. Il est donc important dans les cas limites de connaître les caractéristiques du rétrécissement d'un joint à basse température ou de son expansion à des températures élevées, et de déterminer comment cela affecte la force élastique sur la face d'étanchéité.

À basse température, une force élastique réduite sur la face d'étanchéité peut entraîner des fuites lorsqu'un rétrécissement additionnel se produit. Ces changements peuvent être pris en compte dans la conception de la gorge. Dans les applications dynamiques, la friction peut augmenter en raison de la dilatation thermique aux températures de fonctionnement (il faut assurer l'évacuation de la chaleur).

Chaque fois que des élastomères de haute performance tels que le caoutchouc FFKM sont utilisés à des températures supérieures à 200 °C, une attention particulière doit être accordée à la dilatation thermique lors de la conception de la gorge. Une élévation de la température à 300 °C peut provoquer une dilatation volumétrique allant jusqu'à 30 %. Si le joint est incapable d'accompagner cette dilatation thermique, des contraintes de niveau élevé peuvent se produire qui peuvent endommager les composants d'étanchéité et de contact.

8 Terminologie des systèmes d'étanchéité

Matériau	Rétrécissement	Expansion	Coefficient de dilatation $\frac{\text{mm}}{\text{dm} \times \text{°C}} \times 10^{-3}$
	24 vers -54 °C [mm/dm]	24 vers 190 °C [mm/dm]	
NBR	0,90	1,87	11,20
CR	1,10	2,28	13,70
FKM	1,30	2,70	16,20
EPDM	1,30	2,66	16,00
VMQ	1,60	3,30	20,00
FFKM	2,40	4,98	30,00
Alu 2017	0,19	0,39	2,30
SSType 302	0,14	0,29	1,70
Fonte	0,10	0,20	1,20

Tab. 8.1 Coefficient de dilatation thermique linéaire pour les élastomères et les métaux

8.6 Déformation rémanente après compression

La déformation rémanente après compression décrit la déformation durable d'un échantillon standard ou d'une pièce finie ayant été déformé sous certaines conditions.

En règle générale, plus la déformation rémanente après compression est faible, c'est-à-dire qu'il s'agit de la déformation permanente la plus faible (en pourcentage liée à la déformation de l'échantillon, du bouton, de la section), plus la qualité de l'étanchéité est élevée.

La déformation rémanente après compression dépend de la base élastomère, de la composition du mélange, des conditions de fabrication, de la température et de la durée des tests, de la déformation et de l'épaisseur de l'échantillon, ainsi que du fluide de test.

Les tests sont effectués selon la norme DIN ISO 815 ou ASTM D 395 méthode B, avec compression de 25 % et stockage dans un four de traitement thermique dans l'air.

Un test supplémentaire dans le fluide (de l'huile, de la vapeur, etc.) fournit des valeurs pour le gonflement, le rétrécissement, etc.

La flexibilité à basse température et l'état élastique à des températures glaciales peuvent également être évalués par ce test. Pour obtenir une courbe concluante, les échantillons sont comprimés selon la méthode de test décrite ci-dessus, puis progressivement gelés et mesurés aux températures de test respectives après relâchement de la compression.

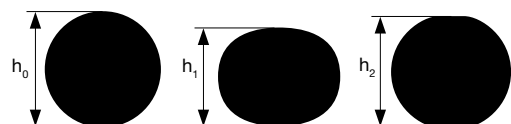


Fig. 8.1

$$\text{Déformation rémanente après compression} = \frac{h_0 - h_2}{h_0 - h_1} \times 100 (\%)$$

h_0 = section du joint torique ou hauteur d'origine de l'échantillon

h_1 = hauteur de l'échantillon déformé

h_2 = hauteur de l'échantillon décompressé (après un délai défini)

Les chiffres suivants montrent l'interdépendance entre les valeurs testées de la section de joints toriques et le niveau de compression en pourcentage.

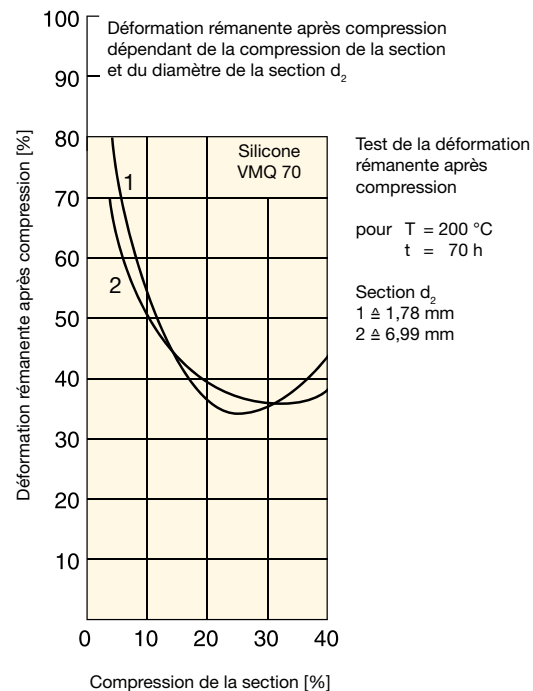


Fig. 8.2

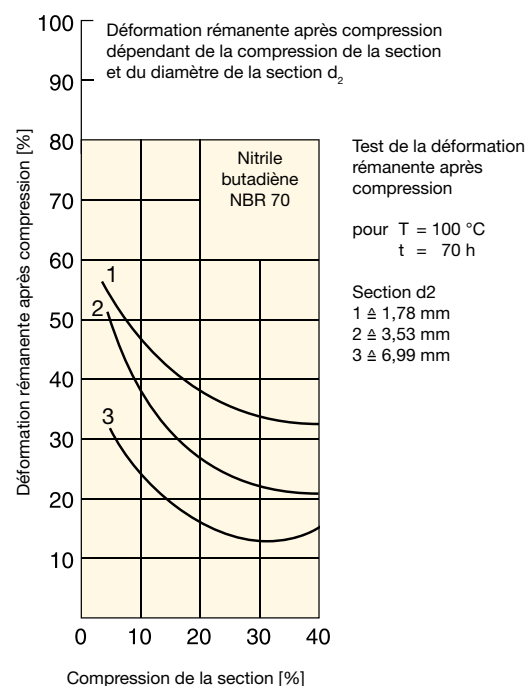


Fig. 8.3

Les résultats obtenus sur les élastomères testés ont montré que la déformation rémanente après compression des matières NBR de compression est plus dépendante de la section (épaisseur de l'échantillon) que celle des matériaux à base de silicone, par exemple. La tendance des courbes est aussi facilement visible et elle indique que la déformation permanente la plus favorable est obtenue dans une plage de compressions comprise entre 25 et 30 %.

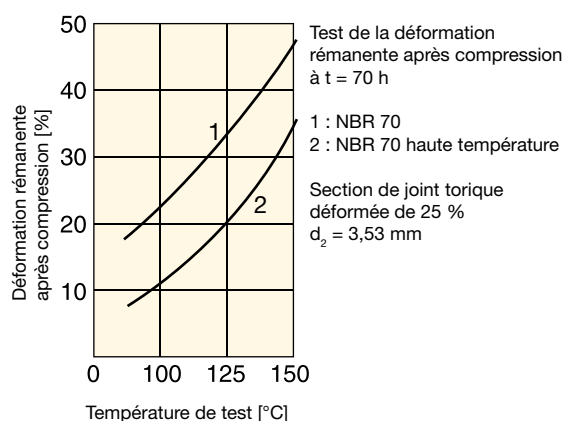


Fig. 8.4

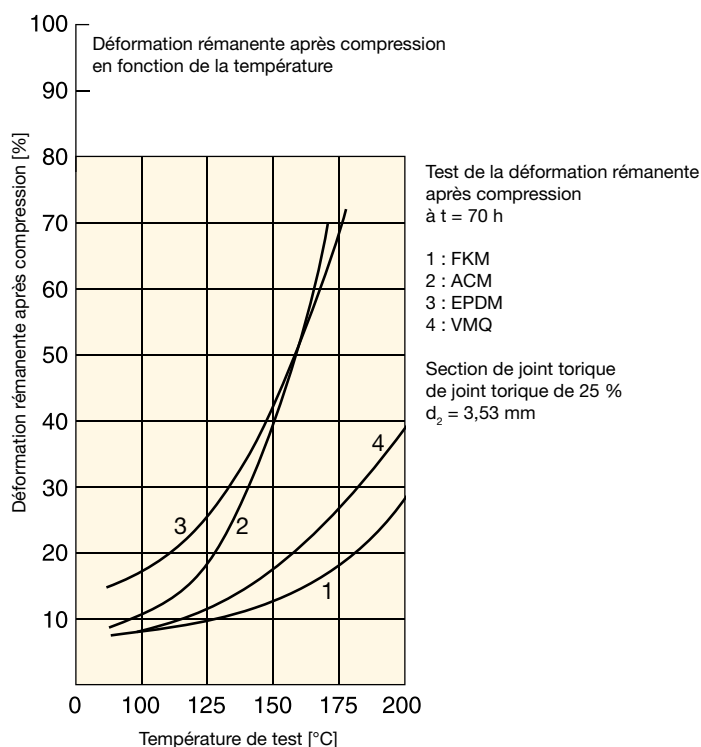


Fig. 8.5

L'influence de la température sur les résultats du test dépendra largement de l'élastomère de base et de son aptitude à résister à des températures élevées. Le vieillissement et la dégradation des propriétés élastiques du caoutchouc sont déterminés à des températures plus élevées (des périodes de test prolongées).

La figure 8.4 illustre la résistance à la température accrue du « caoutchouc NBR 70 haute température » résultant de l'amélioration (baisse) de la déformation rémanente après compression.

La figure 8.5 montre une comparaison des effets de la température sur d'autres élastomères. Les caoutchoucs FKM et VMQ ont des résultats significativement plus faibles en ce qui concerne la déformation rémanente après compression, et la courbe indique clairement qu'ils peuvent résister à des températures supérieures à 200 °C.

En revanche, quand on considère l'air chaud comme le fluide de contact, la forte croissance de la courbe caractérisant le caoutchouc EPDM est remarquable. Le caoutchouc EPDM est résistant à l'air chaud jusqu'à 150 °C. Dans le fluide de l'application réelle (vapeur et eau chaude) la déformation rémanente après compression, par exemple dans de la vapeur, serait mesurée avec une moindre déformation permanente. Inversement, les caoutchoucs FKM et VQM subissent une détérioration drastique de leurs valeurs lorsque la vapeur constitue le fluide de test.

Les diagrammes montrent des tests de déformation rémanente après compression effectués sur une période de 70 heures. Des tests plus courts, par exemple pendant 22 heures, donnent de meilleurs résultats ; des tests plus longs, par exemple pendant 168 heures, donnent de moins bons résultats. Les résultats des tests de déformation rémanente après compression ne peuvent être comparés que lorsque tous les facteurs affectant les résultats des tests sont identiques, à savoir la méthode de test, l'échantillon, la géométrie, la déformation, la durée et la température de test, ainsi que le fluide de contact.

Les résultats des mesures permettent dans une certaine limite de tirer des conclusions concernant le comportement de l'étanchéité du matériau dans l'application particulière. Toutefois, sans connaissance des conditions exactes de l'application, il est impossible d'évaluer les effets de la déformation rémanente après compression dans celle-ci. Par exemple, les joints présentant une déformation rémanente après compression de 90 % peuvent conserver leurs performances en matière d'étanchéité, alors que sous certaines conditions de fonctionnement, une déformation rémanente après compression de seulement 60 % peut conduire à la défaillance du joint.

8.7 Étanchéité, étanchéité technique

L'étanchéité d'un joint torique peut être décrite comme suit :

- Joint statique, entre pièces de machines non mobiles : aucune perte de fluide liquide ; une perte de fluide gazeux par diffusion est à prévoir.
- Joint dynamique, entre pièces de machines non mobiles : dans le cas d'un fluide liquide, un film du fluide peut être présent sur la surface de contact (due à la perméabilité du joint) et conduire à des fuites après un laps de temps prolongé ; dans le cas d'un fluide gazeux, des pertes peuvent se produire au niveau de la surface de contact.

8 Terminologie des systèmes d'étanchéité

8.8 Indice de compatibilité avec les élastomères (ECI)

L'effet d'un fluide sur un élastomère peut aller du rétrécissement au faible gonflement, en passant par une désintégration totale. Tout changement de volume de cette nature conduit à des modifications des propriétés mécaniques, telles que la dureté, la résistance à la traction et l'allongement à la rupture, qui peuvent provoquer la défaillance complète du joint d'étanchéité. Il convient de noter que ces effets peuvent s'intensifier à des températures plus élevées.

Avec les huiles minérales, ces processus sont associés à deux réactions contrastées : D'une part, l'huile se diffuse dans le caoutchouc en provoquant un gonflement, jusqu'à atteindre une limite spécifique à la matière. Cela a pour effet de faire augmenter le volume. D'autre part, des additifs élastomères tels que des plastifiants, des antioxydants, etc., peuvent être dissous ou extraits à partir de la matière, en provoquant un rétrécissement. Les deux processus peuvent être concomitants.

L'effet ne dépend pas uniquement de la composition de l'élastomère, mais aussi du fluide hydraulique. Un élastomère NBR contient entre 15 % et 50 % d'acrylonitrile (ACN). Plus la teneur en acrylonitrile est élevée, plus la résistance à l'huile et au carburant est élevée. Dans le milieu, les composés aromatiques (par exemple le benzène) provoquent un gonflement accru de l'élastomère par rapport aux composés aliphatiques saturés, tels que ceux trouvés dans l'huile à base de paraffine (par exemple, le méthane). De la même manière, une teneur élevée en composés aromatiques (par exemple dans les huiles à base de paraffine) résulte en une faible tendance à gonfler (c'est également le cas avec une faible teneur en acrylonitrile). À l'inverse, les huiles naphthéniques, provoquent un gonflement plus grand, par exemple, du caoutchouc NBR. Une teneur en acrylonitrile supérieure est nécessaire pour résister à un gonflement résultant d'huiles à base de naphthène.

Afin de sélectionner la matière appropriée sans réaliser des tests approfondis en laboratoire, Parker a développé un test de référence simple nommé Indice de compatibilité avec les élastomères (ECI). De nombreux tests ont prouvé qu'il existe une relation linéaire entre l'indice ECI et le changement de volume des élastomères à base de caoutchoucs NBR, ACM, FKM et CR. En utilisant l'indice ECI, le changement de volume des élastomères mentionnés ci-dessus peut être prévu dans une huile minérale. L'indice ECI d'une huile est déterminé au préalable en laboratoire (tableau 8.2). Les valeurs de l'indice ECI peuvent être reportées sur un graphique spécifique à la matière (figures 8.7 et 8.8) et le changement de volume attendu peut être lu directement sur l'axe vertical. De cette manière, une décision peut être prise concernant la compatibilité de l'élastomère avec des huiles. Cette procédure a été adoptée dans la norme internationale ISO 6072 avec la participation de Parker.

Type d'huile	Indice de compatibilité avec les élastomères (ECI)
IRM Pétrole 901 (ASTM-pétrole 1)	2,2 - 3,2
BP Energol HLP 100	3,7 - 4,7
Esso Nuto H-54 (HLP 36)	5,9 - 6,9
Houghton HD 20W/20	6,9 - 7,9
Esso Nuto H-44 (HLP 16)	7,1 - 8,1
DEA Rando Oil HDC (HLP 36)	7,7 - 8,7
Fina Hydran 31	8,5 - 9,5
Shell Tellus 923 (HLP 16)	9,2 - 10,2
IRM Pétrole 902 (ASTM-pétrole 2)	9,4 - 10,4
Esso-Trafo Oil 37	12,5 - 13,5
Agip F.1 Rotra ATF	12,6 - 13,6
Mobil Vac HLP 16	14,0 - 15,0
Shell Tellus 15	14,7 - 15,7
Essovis J 43	15,0 - 16,0
Shell Oil 4001	16,3 - 17,3
Texaco Rando Oil AAA	16,5 - 17,5
BP Energol HP 20	19,0 - 20,0
IRM Pétrole 903 (ASTM-pétrole 3)	23,0 - 24,0
Shell Tellus 11	32,9 - 33,9
Shell Oil JYO	34,5 - 35,5

Tab. 8.2 Indice ECI pour huiles diverses

Sur demande, nous sommes heureux de tester une huile pour déterminer son indice ECI. Cependant, tout à chacun peut tester son produit afin de déterminer son indice ECI selon la procédure suivante : la variation de masse d'un élastomère de test, tel que le caoutchouc NBR 1 selon la norme ISO 6072 par exemple, est mesurée après immersion dans l'huile correspondante pendant 168 heures à 100 °C. L'indice ECI est alors tout simplement lu à partir de la figure 8.6 qui indique la variation de masse.

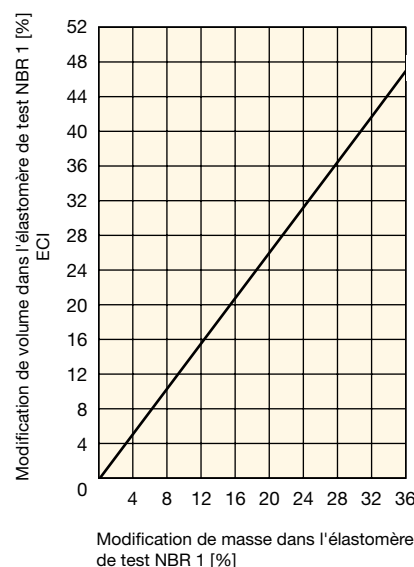


Fig. 8.6

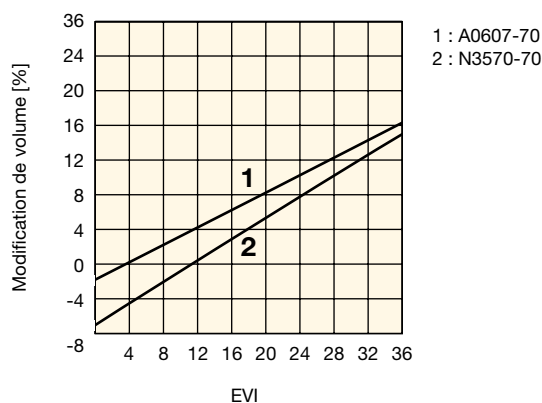


Fig. 8.7 Caractéristiques de gonflement des matières Parker

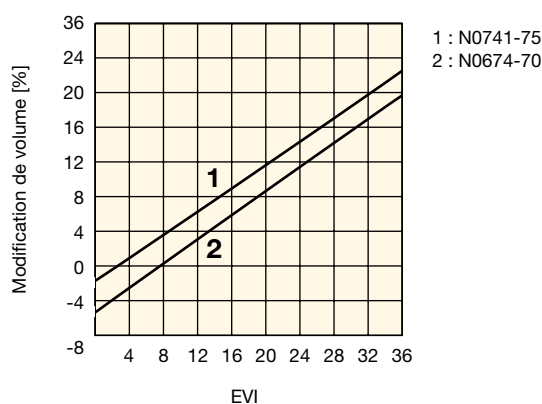


Fig. 8.8 Caractéristiques de gonflement des matières Parker

8.9 Propriétés électriques des élastomères

Selon leur mode d'utilisation, les élastomères peuvent être de bons isolants, semi-conducteurs ou conducteurs. Le type de caoutchouc et de charge (noir de carbone électriquement conducteur) peut être sélectionné pour répondre aux exigences du point de vue de la conductivité électrique.

Critère :

1. Isolant électrique : > 10⁹ ohm cm ; SBR, IIR, EPM, EPDM, VMQ, FKM.
2. Antistatique, semi-conducteur : 10⁵ à 10⁹ ohm cm ; NBR, CR.
3. Conducteur électrique : < 10⁵ ohm cm ; matières spéciales.

La conductivité électrique est nécessaire pour les joints dans les applications où toute charge électrostatique doit être exclue, tels que les joints de réservoir de carburant, les courroies d'entraînement, les applications des technologies médicales, etc. Lorsque des matières spéciales sont nécessaires, il faut veiller à ce que certains composants de la formulation de la matière ne soient pas dissous ou extraits par le fluide devant être isolé, ce qui modifie les propriétés électriques.

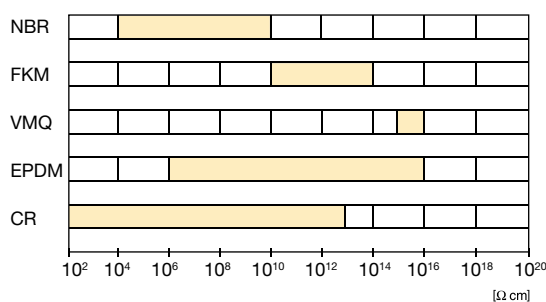


Fig. 8.9 Résistance électrique spécifique (selon la norme DIN 53596)

8.10 Corrosion

Parfois, les surfaces métalliques en contact avec les élastomères présentent des signes de corrosion. Il s'agit d'une attaque chimique sur une surface métallique. Les différents types de corrosion ont des caractéristiques définies et ils peuvent être décrits comme de la corrosion générale, des piqûres, la corrosion cavernueuse et la corrosion intercrystalline.

La présence de corrosion aux endroits où les métaux et les élastomères sont en contact peut avoir différentes causes :

- Présence de soufre libre dans les qualités de caoutchouc standard.
- Formation d'acide chlorhydrique lorsqu'un élastomère contient du chlore.
- Processus électrochimiques.

8.10.1 Corrosion provoquée par le soufre libre

Certaines matières en caoutchouc sont vulcanisées à l'aide de soufre élémentaire associé à des accélérateurs de vulcanisation. La plus grande partie du soufre utilisé forme des ponts de réticulation stables entre les molécules de caoutchouc. Ce soufre reste combiné chimiquement et il ne peut être extrait. Cependant, il existe toujours une petite quantité résiduelle de soufre libre ou non combiné.

Lorsqu'il entre en contact avec un certain nombre de métaux et alliages (par exemple, l'argent, le cuivre, le plomb), le soufre libre a tendance à former des sulfures métalliques qui provoquent une décoloration et des dommages dus à la corrosion. Par ailleurs, une réaction entre le métal et le soufre peut entraîner des dysfonctionnements, par exemple, lorsque les joints pour les pièces mécaniques en mouvement ont tendance à coller lors de la remise en route d'une machine après un arrêt prolongé. Pour éviter une telle corrosion ou un tel dysfonctionnement, l'utilisation d'une matière exempte de soufre est recommandée.

8 Terminologie des systèmes d'étanchéité

8.10.2 Corrosion due à la formation d'acide chlorhydrique

Les matières qui contiennent du chlore, telles que les caoutchoucs CR, ECO, CO, et dans une moindre mesure le caoutchouc polyacrylate ACM, ont tendance à libérer de l'acide chlorhydrique et à provoquer de la corrosion lorsqu'elles sont utilisées à des températures élevées ou si elles sont autrement influencées par leur environnement. Les mélanges de caoutchouc composés de manière adéquate contiennent des stabilisants appropriés (par exemple, des oxydes métalliques) qui inhibent l'acide chlorhydrique. De l'acide chlorhydrique peut également se former autour de matières qui sont exemptes de chlore (les caoutchoucs SBR et NR, par exemple) si celles-ci contiennent des combinaisons organiques chlorées telles que la paraffine chlorée (un retardateur de flamme).

8.10.3 Corrosion électrochimique

La formation de petites cellules galvaniques (éléments locaux) est le principal mécanisme responsable de la corrosion des métaux. Une cellule galvanique se forme lorsque deux métaux nobles différents se touchent. Un liquide conducteur, c'est-à-dire une solution électrolytique, est la condition préalable pour la mise en action de ces processus électrochimiques.

Les alliages constitués de différentes phases ou cristaux métalliques peuvent être endommagés par la corrosion intercrystalline lorsque de petites cellules locales sont formées.

Si la corrosion électrochimique se produit principalement à proximité de composants en caoutchouc (tels que les joints), cela ne signifie pas nécessairement que la matière en caoutchouc en est la cause.

Il est difficile de déterminer dans quelle mesure il existe une corrélation entre la corrosion électrochimique et le caoutchouc utilisé en tant que composant de contact. Il est supposé que c'est la condensation accumulée entre le caoutchouc et le métal qui, conjointement avec d'autres dépôts, provoque une corrosion électrochimique. Le type d'alliage métallique, la rugosité de surface, la structure métallique, la température et l'humidité jouent tous un rôle majeur à cet égard.

8.11 Taux de fuite de gaz

Tous les élastomères permettent au gaz sous pression de pénétrer, de se répandre et de s'échapper dans le matériau, du côté non pressurisé. Le taux de perméabilité dépend du type de gaz, de l'élastomère de base, de la température et de la pression. La perméabilité est importante, par exemple, dans les technologies de vide et de gaz (voir la section 6.12 « Fluides hydrauliques écologiques »).

Calcul du taux de fuite

Le taux de fuite de gaz au travers d'un joint torique peut être calculé approximativement lorsque le taux d'imprégnation de l'élastomère est connu pour la température de fonctionnement. Les tableaux suivants établissent une liste de différentes matières avec leurs coefficients de perméabilité aux gaz.

La formule suivante fournit une approximation utile :

$$L \triangleq 0,4 \times F \times d_1 \times P \times Q (1 - S)^2$$

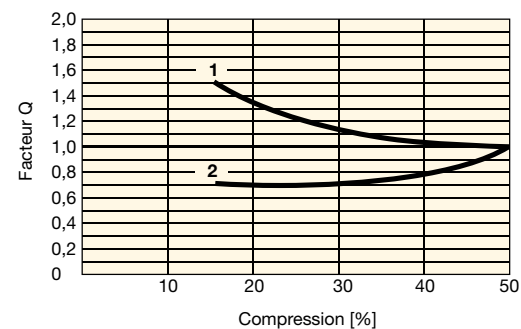
où :

L	\triangleq taux de fuite approximatif (cm ³ /s)
F	\triangleq coefficient de perméabilité (du tableau)
d ₁	\triangleq diamètre intérieur du joint torique (mm)
P	\triangleq pression différentielle (bar)
Q	\triangleq facteur de correction - en fonction de la compression et de la surface de lubrification (figure 8.10)
S	\triangleq compression de la section du joint torique exprimée en nombre décimal (par exemple une compression de 20 % équivaut à S = 0,20)

Le résultat de cette formule donne seulement une approximation grossière en raison du fait que la perméabilité aux gaz varie entre les différents élastomères constitués du même polymère et que certaines conjectures ne sont également que des approximations.

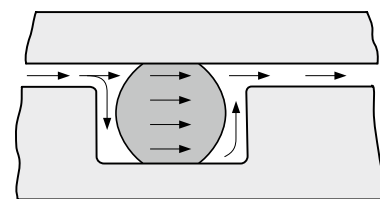
Ces conjectures sont les suivantes :

1. La section du joint torique déformé est rectangulaire.
2. La surface du joint torique comprimé est la même que celle du joint torique non comprimé.
3. Le taux de perméabilité d'un gaz est proportionnel à la pression différentielle.



1 : Joint torique sec
2 : Joint torique lubrifié avec graisse Super O-Lube Parker

Fig. 8.10 Influence de la compression du joint torique sur le taux de fuite, avec et sans lubrification



Taux de fuite exprimé comme une somme de
a) la diffusion au travers du joint torique
b) la migration de gaz à travers les irrégularités de surface dans les zones d'étanchéité non complètement remplies par le matériau d'étanchéité

Fig. 8.11

8 Terminologie des systèmes d'étanchéité

Fluide : Azote			
Base de polymère	Matière Parker	Température [°C]	Coefficient de perméabilité au gaz ¹⁾
SBR	-	25	32
SBR	-	50	76
IIR	-	35	16
IIR	-	125	280
EPDM	-	40	45
EPDM	-	90	350
FKM	-	90	160
CR	-	40	180
NBR	N0741-75	40	12
NBR	N0741-75	80	88
ACM	A0607-70	40	50
ACM	A0607-70	90	170
ACM	A0607-70	150	900
TPU	-	40	5
SBR	-	40	47
SBR	-	120	540
VMQ	-	40	1000
VMQ	-	90	2000
VMQ	-	150	6000

¹⁾ Coefficient de perméabilité au gaz $F \times 10^{-9} ((\text{cm} \times \text{cm}^3)/\text{cm}^2 \times \text{s} \times \text{bar})$
Ces valeurs représentent la moyenne de différents résultats et peuvent varier en fonction de la matière.

Tab. 8.3

Fluide : Azote		
Base de polymère	Température [°C]	Coefficient de perméabilité au gaz ¹⁾
SBR	25	4
SBR	50	14
IIR	25	0,25
IIR	50	1,25
FKM	30	0,25
FKM	50	1
TPU	23	0,17
TPU	80	3,8
FVMQ	25	40
CR	30	1
CR	85	17
NBR	20	0,5
NBR	80	14
VMQ	30	150
VMQ	50	240

¹⁾ Coefficient de perméabilité au gaz $F \times 10^{-9} ((\text{cm} \times \text{cm}^3)/\text{cm}^2 \times \text{s} \times \text{bar})$
Ces valeurs représentent la moyenne de différents résultats et peuvent varier en fonction de la matière.

Tab. 8.4

Fluide : Hélium			
Base de polymère	Matière Parker	Température [°C]	Coefficient de perméabilité au gaz ¹⁾
SBR	-	25	12
IIR	-	25	7
IIR	-	150	240
EPM	-	25	20
EPM	-	80	61
EPM	-	150	320
FKM	V0747-75	25	13
FKM	V0747-75	80	131
FKM	V0747-75	150	490
FVMQ	-	25	143
FVMQ	-	80	460
FVMQ	-	150	970
CR	C0557-70	25	7
CR	C0557-70	80	60
CR	C0557-70	150	187
NBR	N0674-70	25	8
NBR	N0674-70	80	66
ACM	A0607-70	25	16
ACM	A0607-70	80	110
ACM	A0607-70	150	310
TPU	-	25	4
TPU	-	80	34
SBR	-	25	17
VMQ	S0604-70	25	238
VMQ	S0604-70	80	560
VMQ	S0604-70	150	1250

¹⁾ Coefficient de perméabilité au gaz $F \times 10^{-9} ((\text{cm} \times \text{cm}^3)/\text{cm}^2 \times \text{s} \times \text{bar})$
Ces valeurs représentent la moyenne de différents résultats et peuvent varier en fonction de la matière.

Tab. 8.5

Fluide : Dioxyde de carbone		
Base de polymère	Température [°C]	Coefficient de perméabilité au gaz ¹⁾
SBR	25	70
SBR	30	90
SBR	50	200
FVMQ	25	517
CR	25	17
CR	50	50
NBR	20	6
TPU	20	10
VMQ	20	1250

¹⁾ Coefficient de perméabilité au gaz $F \times 10^{-9} ((\text{cm} \times \text{cm}^3)/\text{cm}^2 \times \text{s} \times \text{bar})$
Ces valeurs représentent la moyenne de différents résultats et peuvent varier en fonction de la matière.

Tab. 8.6

8 Terminologie des systèmes d'étanchéité

8.12 Dureté

La dureté est décrite comme étant la résistance d'un corps contre l'intrusion d'un corps plus dur d'une certaine forme en exerçant une force de compression définie pendant une certaine période de temps. La dureté est mesurée en unités de Shore ou DIDC (Degré International de Dureté du Caoutchouc). Des valeurs comparables ont été déterminées sur des échantillons standard et sont exprimées en degrés de Shore A. La dureté des composants finis est généralement mesurée en DIDC. Les valeurs de dureté obtenues concernant la pièce finie diffèrent généralement de celles des échantillons standard du fait que l'épaisseur de la pièce, les surfaces courbes ou les valeurs mesurées sur les bords ne sont pas comparables et que les techniques de mesure varient.

Les tests de dureté sont effectués selon l'échelle de

- duretés Shore A de la norme DIN ISO 7619-1.
- dureté de pénétration à la bille, DIDC, DIN ISO 48, Méthode M.

Les matériaux de joints toriques plus souples se déposent plus facilement dans les imperfections microfines de la surface à isoler hermétiquement que des matériaux plus durs. Ceci présente un intérêt lorsque la pression du système est faible ; normalement, la haute pression du système doit provoquer cet effet avec un joint torique plus dur. Pour cette raison, nous recommandons des joints toriques fabriqués à partir de mélanges plus tendres pour une utilisation dans les applications basse pression, car ils offrent un meilleur effet d'étanchéité que les mélanges plus durs. Dans le cas d'applications sensibles où la force nécessaire pour déformer le joint torique est critique, veuillez consulter les figures 8.26 à 8.30. La force requise pour déformer un joint torique d'une dureté donnée à un pourcentage donné peut être déterminée dans les tableaux. Par exemple, cela vaut pour les grands joints toriques qui peuvent nécessiter de grandes forces de montage ou lors de l'utilisation d'éléments de conception en plastique qui ont une résistance mécanique plus faible que celle des métaux. Dans ces cas, la résilience des joints toriques peut entraîner des distorsions structurelles et la déformation des éléments de conception.

Dans les applications dynamiques, la dureté des joints toriques est encore plus importante. Il est généralement exact de dire que, pour une même profondeur de logement, un joint torique plus dur présente un risque de rupture et une friction dynamique supérieurs. À l'inverse, la matière plus dure a un coefficient de friction plus faible. Des matières plus dures offrent une plus grande résistance au fluage dans le jeu d'extrusion. Dans les systèmes à haute pression, des joints toriques plus durs sont utilisés comme joints de bride ; les joints toriques munis de bague anti-extrusion^{Parbak®} sont utilisés dans les joints de piston ou de tige pour éviter le fluage dans le jeu d'extrusion.

8.13 Effet de Gough-Joule

Si une bande de caoutchouc en suspension libre est chargée avec un poids et ensuite chauffée, la bande va se contracter et soulever la charge. Inversement, une bande déchargée se dilate selon le coefficient de dilatation propre au caoutchouc dont elle est for-

mée lorsqu'elle est chauffée. Ce phénomène de contraction est appelé l'effet de Gough-Joule et se produit uniquement lors du chauffage d'un objet en caoutchouc précédemment étiré.

Exemple :

Un joint torique est utilisé comme un joint radial pour arbre tournant. Lorsqu'on emploie un joint torique avec un diamètre intérieur plus petit que le diamètre de l'arbre tournant, le joint torique subit un stress. Le joint torique s'échauffe en raison de la friction et des contacts. Cela entraîne une friction plus élevée et une augmentation de température. La défaillance du joint torique est caractérisée par une surface dure et cassante.

En termes pratiques, cela signifie que les grands joints toriques avec une compression contrôlable et un diamètre intérieur supérieur au diamètre de l'arbre tournant de 1 à 3 % doivent être utilisés avec la partie externe du logement venant comprimer le joint torique.

8.14 Stockage, durée de stockage et nettoyage des élastomères

Des produits en caoutchouc correctement stockés peuvent conserver leurs propriétés pendant de nombreuses années sans changements notables. Des conditions de stockage défavorables, toutefois, rendent les joints rapidement inutilisables.

Conditions de stockage

- Les conditions standard pour le stockage, le nettoyage et l'entretien des produits en caoutchouc ont été définies par les normes DIN 7716 et ISO 2230. Les lignes suivantes énumèrent les principales conditions à remplir par les installations de stockage :
- Température ambiante d'environ 15 °C, mais ne dépassant pas 25 °C.
- Basses températures jusqu'à -10 °C max., sauf pour les caoutchoucs chloroprènes (CR), qui ne doivent pas être stockés en dessous de 12 °C.
- Humidité relative inférieure à 65 %.
- Atmosphère sans poussière modérément ventilée.
- Radiateurs blindés, situés à une distance minimale de 1 mètre des produits stockés.
- Pas d'exposition directe au soleil.
- Aucune source de lumière à haute teneur en UV. Les rayons UV génèrent de l'ozone, qui endommage les produits en élastomère.
- Pour des raisons de sécurité (risque d'incendie), toute utilisation d'appareils électriques, de moteurs et d'équipements susceptibles de générer des étincelles est interdite dans les zones de stockage.
- Les produits doivent être stockés dans des sacs en polyéthylène scellés (soudés) et opaques, puis emballés dans des boîtes.
- Les produits en élastomère doivent être stockés de manière à empêcher leur déformation.
- Lorsque du stockage d'appareils dotés de composants en caoutchouc, seuls des agents conservateurs compatibles avec les élastomères doivent être utilisés.

Durée de stockage

Le temps de vulcanisation est un élément crucial déterminant la période de stockage des élastomères. Parker marque ses sacs d'emballage avec la date de fabrication. « 1T03 » signifie par exemple que les pièces ont été produites au cours du premier trimestre 2003.

En règle générale, tous les produits en élastomère doivent être vérifiés pour confirmer qu'ils sont en bon état avant leur installation. Les changements négatifs causés par un stockage inapproprié peuvent généralement être détectés par des inspections visuelles. Celles-ci doivent porter sur les caractéristiques essentielles suivantes : la contamination, la fissuration, le durcissement, le ramollissement, l'adhérence et la décoloration.

Pour les applications critiques ou liées à la sécurité, il est recommandé de suivre la norme DIN 9088 en vigueur dans l'industrie aérospatiale, qui limite la durée de stockage recommandée à 40 trimestres.

Ce délai peut être prolongé après inspection des caractéristiques des pièces mentionnées ci-dessus. Les laboratoires des usines de fabrication de joints Parker offrent ces inspections comme un service aux utilisateurs.

La période de stockage se termine lorsque les composants sont installés.

Nettoyage

Les produits en caoutchouc doivent être nettoyés à l'aide d'un chiffon propre et de l'eau tiède. L'essence, le benzène, l'essence de térébenthine, etc. ne sont pas adaptés. Les objets tranchants ou pointus, tels que des brosses métalliques, du papier de meulage, etc. ne doivent pas être utilisés sur les produits. Le séchage de produits en caoutchouc à proximité de radiateurs est déconseillé.

8.15 Diminution de la section due à l'allongement

Lorsqu'un joint torique est étiré, sa section devient ovale. Dans les applications d'étanchéité critiques, ce changement de section doit être noté, car il réduit la déformation du diamètre du joint torique. La correction en profondeur de gorge t ou h est prise en compte dans la phase de conception.

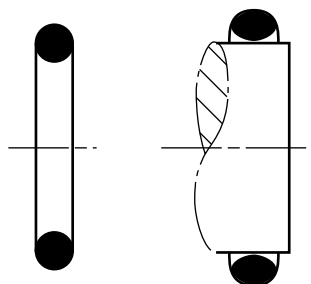


Fig. 8.12 À gauche : joint torique non étiré, à droite : joint torique étiré

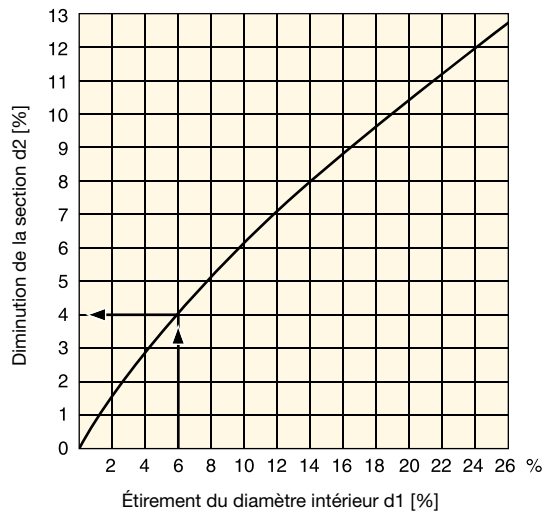
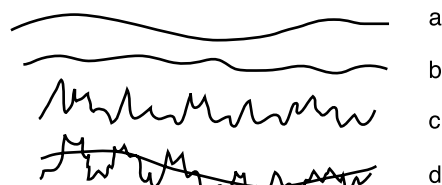


Fig. 8.13 Diminution du diamètre de la section d_2 due à l'allongement du diamètre intérieur d_1

8.16 Finition de surface de la face d'étanchéité

Entre autres choses, la qualité de la finition de la surface de contact du joint et le fond de la gorge ont un effet crucial sur la durée de vie d'un élément d'étanchéité. En ce qui concerne les valeurs de rugosité des surfaces d'étanchéité, une distinction est faite entre les surfaces statiques et dynamiques. La section « Types de montages » fournit des informations détaillées sur les différentes applications et la rugosité de surface maximale recommandée. Il est impossible d'obtenir une parfaite finition de surface. Une surface peut être tracée en fonction d'une gamme de déviations, des variations dimensionnelles (niveau 1 DIN) aux ondulations de surface (niveau 2) et à des degrés de rugosité différents (niveaux 2 à 5), comme illustré par la figure 8.14. Ces niveaux peuvent être superposés.



- a) Déviations dimensionnelles
- b) Ondulations de surface
- c) Rugosité
- d) Superposition (avec a ou b)

Fig. 8.14 Structure de la finition de surface

La finition de surface est souvent quantifiée à l'aide des termes R_t et R_a (voir fig. 8.15). R_t est la distance verticale entre les points les plus bas et les plus élevés dans un profil de rugosité sur une longueur de trace l_m . R_t est de plus en plus remplacée par R_{max} , la profondeur de rugosité maximale. R_{max} est la plus grande rugosité unique trouvée sur 5 longueurs de trace individuelles consécutives l_e . Dans la figure 8.15, la profondeur de rugosité $Z_4 = R_{max}$.

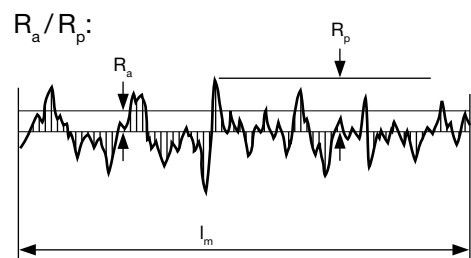
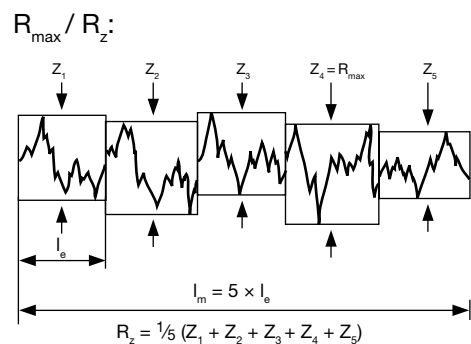
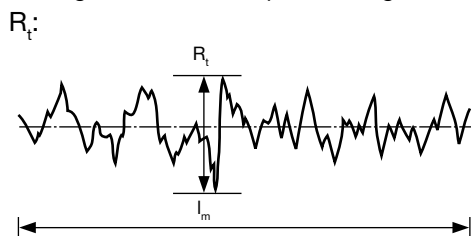
8 Terminologie des systèmes d'étanchéité

Dans cette mesure, R_{max} peut ne pas être le pic de rugosité le plus haut comme cela est toujours le cas pour R_t .

La valeur de rugosité moyenne R_a est la moyenne arithmétique de toutes les valeurs absolues de rugosité figurant sur la longueur de trace l_m . R_z , la valeur de rugosité moyenne de 5 longueurs de trace individuelles consécutives l_e est souvent préférée à R_a .

Si R_a est connue, la valeur R_z peut être déterminée à partir de la figure 8.16 et vice versa. La figure 8.16 est issue de la norme **DIN 4768, Partie 1**, Pièce jointe 1. Si la valeur R_z atteint la limite supérieure du graphique, on peut supposer que les valeurs spécifiées R_a ne seront pas dépassées. Les limites inférieures seraient utilisées si la valeur R_z était prescrite.

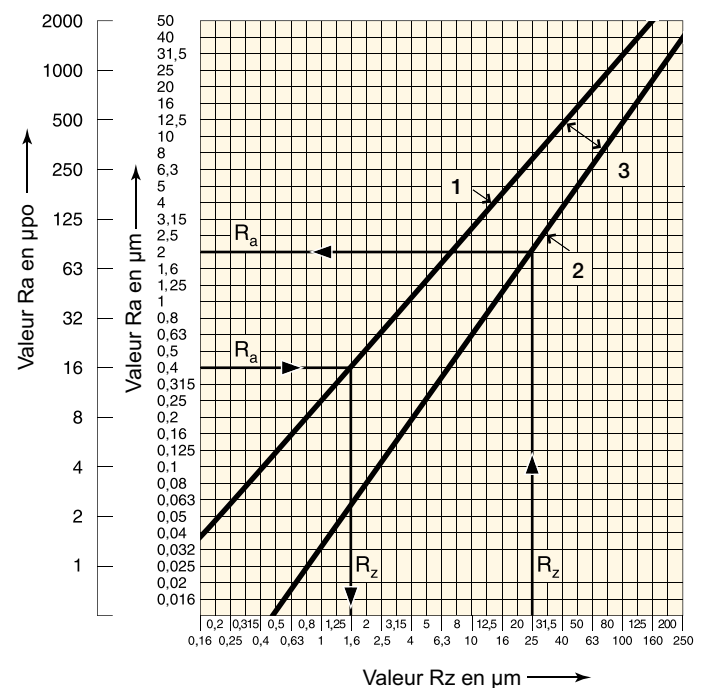
Enfin, la profondeur de rugosité R_p est également un paramètre intéressant. Il s'agit de la distance verticale entre le point le plus haut et la ligne centrale d'un profil de rugosité.



R_t = distance verticale entre le point le plus haut et le plus bas
 R_p = profondeur de rugosité
 R_a = valeur de rugosité moyenne
 Fig. 8.15 Terminologie concernant la rugosité

	R_t [μm]	R_p [μm]	R_a [μm]	t_p [%]		
				0,25	0,50	0,75
				R_t	R_t	R_t
	1	0,5	0,5	50	50	50
	1	0,5	0,25	25	50	75
	1	0,5	0,25	25	50	75
	1	0,75	0,28	12,5	25	37,5
	1	0,25	0,28	62,5	75	87,5
	1	0,785	0,188	3,5	14	35
	1	0,215	0,188	65	86	96,5
	1	0,5	0,39	43	50	57

Tab. 8.7 Sections de profil idéal pour l'évaluation de la surface

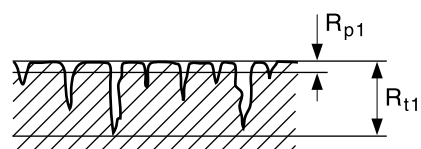


1 : Limite supérieure pour R_z lors d'une transposition de R_a à R_z
 2 : Limite supérieure pour R_a lors d'une transposition de R_z à R_a
 3 : Déviation
 Fig. 8.16 Relation entre R_a et R_z

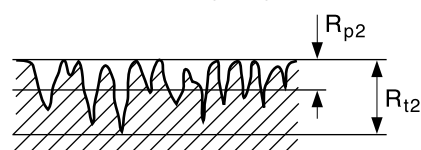
Les valeurs de R_t sont peu utiles pour parvenir à une conclusion quant à la pertinence d'une rugosité de surface du point de vue de l'étanchéité. Le tableau 8.7 montre que pour une valeur R_t similaire, tous les niveaux de rugosité peuvent être produits. Les valeurs de R_a sont également peu utiles pour établir une comparaison car les profils 6 et 7 ont la même valeur R_a . La valeur R_p et/ou la zone de charge t_p doivent aussi être prises en compte

Une surface d'étanchéité statique $R_t \leq 6,3 \mu\text{m}$ (ancienne norme : $\nabla\nabla\nabla$ rugosité DIN 3141 ; nouvelle norme : $\sqrt{R_t}$ 6,3 rugosité DIN ISO 1302) est plus rugueuse qu'une surface dynamique. Les fabricants de joints recommandent une rugosité $R_t \leq 2,5 \mu\text{m}$ pour une surface d'étanchéité dynamique ($R_a = 0,25$ à $0,5 \mu\text{m}$) (ancienne norme : $\nabla\nabla\nabla$ rugosité DIN 3141 ; nouvelle norme : $\sqrt{R_t}$ 2,5 rugosité DIN ISO 1302) lorsque la zone de charge est de plus de 50 %, ou lorsque la finition ou la rugosité de surface R_p est inférieure à

50 %. Ces limitations sont souvent négligées. Néanmoins, le lien entre la finition de surface et la zone de charge est très important, car un profil « ouvert » peut avoir des bords tranchants (par exemple, les profils 2 à 6 dans le tableau 8.7). Ces profils ouverts sont le produit de processus de coupe tels que le tournage ou le meulage. Une zone de charge beaucoup plus grande est produite grâce à des procédés de formage à froid tels que le laminage, le traçage ou le trempage.



Surfaces produites par galetage (surfaces formées à froid)



Surfaces produites par un usinage normal

Fig. 8.17

Il apparaît clairement sur la figure 8.17 que les surfaces produites par galetage n'ont pas de pics acérés susceptibles de causer des dommages à un joint. En outre, les vallées forment des réservoirs potentiels de lubrification qui améliorent le comportement dynamique d'un joint d'étanchéité.

Dans la pratique, il faut s'assurer que toutes ces valeurs de rugosité, qui sont évaluées sur une très courte durée, sont également valables pour l'ensemble de la surface. Par ailleurs, au moins pour les comparaisons de surface, les longueurs de référence doivent être indiquées. Sinon, les hauteurs de profils diffèrent.

8.17 Friction et usure

Les joints toriques entrent en contact avec les surfaces d'étanchéité en raison de leur résilience et de la compression diamétrale, ajoutées à la pression du système superposé. Lorsque ces surfaces sont déplacées les unes par rapport aux autres, la friction résultante a deux conséquences : l'une d'elles est l'usure et l'autre est une réduction de la force de rotation du cylindre, qui est réduite par la force nécessaire pour faire face à la friction.

8.17.1 Friction

Dans les applications dynamiques, une distinction doit être faite entre la friction statique, qui doit être surmontée lorsque le mouvement commence, et la friction dynamique, lorsqu'un mouvement est en cours. Le problème de la friction statique est particulièrement important dans le cas d'un mouvement oscillant, par exemple dans des cylindres.

La friction dynamique des joints dépend d'une multitude de facteurs. Il est pratiquement impossible de quantifier précisément

ces facteurs, surtout parce que très peu d'entre eux peuvent être reproduits exactement. C'est également la raison pour laquelle il est difficile de faire des prédictions au sujet de la friction à prévoir pour les produits individuels. Les facteurs les plus importants sont :

Liés au joint :

- La géométrie du joint, notamment l'élaboration de la tolérance et donc le préchargement.
- La dureté et la texture du matériau.
- Le coefficient de friction de la matière sèche et lubrifiée.
- Les caractéristiques du gonflement et de la température.

Liés au fluide hydraulique :

- La formation d'un film de lubrification et la distribution de lubrifiant.
- Les niveaux et la dépendance de la viscosité à la température.

Liés aux conditions de fonctionnement :

- Pression de service
- La vitesse de frottement, le type de matériau et de finition de surface des surfaces d'étanchéité métalliques.
- Les tolérances d'usinage.
- Les charges axiales et des guides sur pistons.

La plupart de ces facteurs n'ont pas un mais plusieurs effets cumulatifs en s'associant avec d'autres influences.

Quand une surface d'étanchéité se déplace, le joint passe par deux phases de friction. Lorsque le mouvement commence à partir d'une position de repos, une condition de friction limite existe généralement (principalement solide ou friction sèche avec quelques champs lubrifiés = $0,3 \mu$ env.). Il est suivi par un large éventail de frictions mixtes où le coefficient de friction peut descendre aussi bas que $0,06$ à $0,08$ selon la proportion de zones lubrifiées / non lubrifiées (fig. 8.18). Une zone de friction purement hydrodynamique peut rarement être établie à l'aide de joints. Ceci est également le cas où les fuites augmentent fortement grâce au film de lubrification constante.

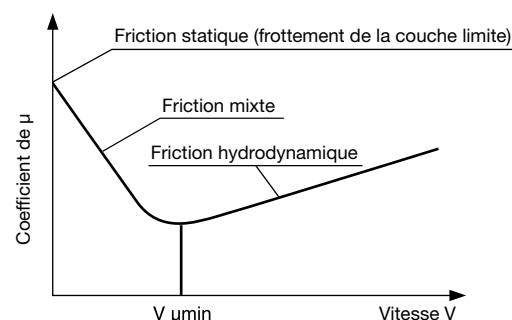


Fig. 8.18 Courbe Stribeck

Joint hydrauliques

La matière influence la friction via ses propriétés de glissement, qui peuvent varier grandement, et par l'intermédiaire de sa dureté, qui affecte la déformation sous pression. Avec l'augmentation de la pression, la friction peut augmenter proportionnellement au carré de la compression spécifique moyenne.

8 Terminologie des systèmes d'étanchéité

La pression de travail détermine la taille du jeu d'extrusion sous le joint d'étanchéité et donc l'épaisseur du film lubrifiant. Par conséquent, les effets varient en fonction de la géométrie du joint. Avec des joints toriques, la friction augmente proportionnellement à la pression croissante, alors que les joints à lèvres montrent une augmentation plus forte sous l'effet de la pression radiale. Avec ce type de joint, même les détails de la géométrie peuvent faire une différence significative dans la friction.

Cependant, comme la friction dépend seulement en partie du niveau de la pression de travail, il est important de réduire la friction au minimum, en particulier dans des conditions de basse pression.

Cependant, cet objectif ne peut être atteint que dans une certaine mesure, car une diminution de la force de contact entraîne automatiquement un taux de fuite plus élevé. Bien que cette dépendance puisse être influencée par les géométries des joints à l'intérieur de certaines limites, un choix entre une friction faible et une grande étanchéité est souvent inévitable.

En outre, une stabilité géométrique insuffisante peut exister, qui dépend du comportement de gonflement dans le fluide de pression.

Une lubrification suffisante, ce qui est évidemment important dans ce type de problème de friction, semble être assurée lors de l'utilisation d'huile minérale comme fluide hydraulique. Néanmoins, la viscosité du fluide joue un rôle dans ce domaine, mais c'est également le cas de la géométrie du joint, car elle influence l'épaisseur du film lubrifiant, entre autres choses. Dans le pire des cas, le joint peut fonctionner à sec dès lors que le film lubrifiant a été éliminé par essuyage. Bien que le joint fasse preuve d'une grande étanchéité dans ce cas, il subit également une usure plus rapide. D'autre part, une bonne lubrification des joints, à savoir un film lubrifiant suffisamment épais, peut provoquer une fuite indésirable.

La condition optimale est un film lubrifiant relativement mince ayant des propriétés adhésives suffisantes.

L'accroissement de la vitesse du piston a un effet principalement positif, car la friction diminue. Cependant, en termes de valeurs absolues, il existe de grandes différences, selon la quantité de film lubrifiant éliminée par essuyage. La diminution de la friction est attribuée au fait qu'un film lubrifiant conséquent se forme à une vitesse plus élevée. Ceci, au passage, concerne également des matières plus dures. Alors que dans la gamme des vitesses inférieures, les coefficients de friction sont très variables à des pressions différentes, ils ont tendance à s'égaliser à vitesse élevée.

La friction est directement influencée par le diamètre du joint du fait que la zone d'usure est plus grande. La rugosité de surface des surfaces d'étanchéité métalliques a le même effet. Plus celle-ci est importante, plus des „îlots métalliques“ se forment, de manière à ce que le joint fonctionne à nouveau dans la gamme de frictions mixtes.

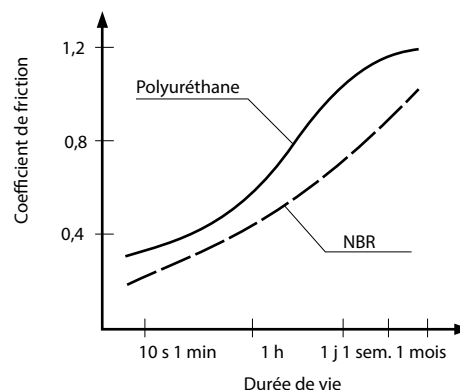


Fig. 8.19 Niveau de friction de départ en fonction du temps et de la matière

Comme dans de nombreux autres domaines, la friction statique de décollage des élastomères est significativement plus élevée que la friction dynamique. En dehors du type de matière et de la géométrie du joint, la tendance à l'adhérence, la déformation, le temps d'arrêt et la finition de surface jouent un rôle dans l'augmentation de la friction de décollage. Plus le temps d'arrêt est long, plus l'huile est compressée sur la face d'étanchéité en raison du préchargement. Dans cette condition, le niveau de départ de la friction se rapproche de celui associé à une friction sèche et il peut atteindre un niveau jusqu'à 10 fois supérieur à celui rencontré lors d'une friction de roulement (figures 8.18 et 8.19). Dans les mêmes conditions, la friction à haute température (= faible viscosité) est plus élevée parce que le film lubrifiant est souvent interrompu.

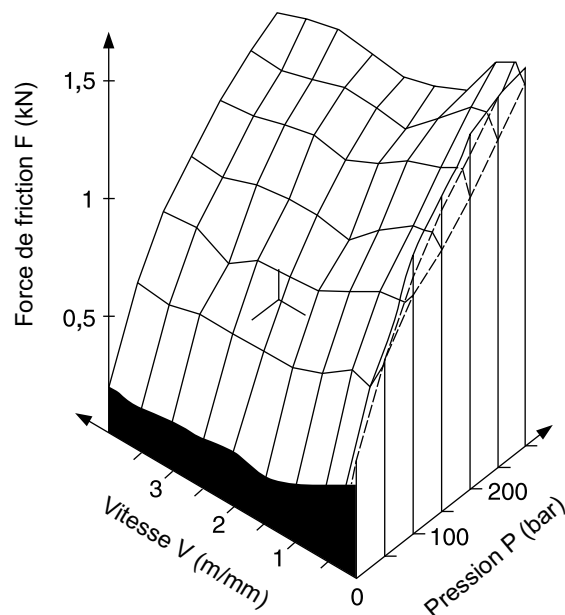


Fig. 8.20 Force de friction par rapport à la pression et la vitesse - joint de tige compact 90 Shore A

Les facteurs les plus importants sont visibles dans la figure 8.20. La friction est ici représentée comme une fonction de la pression et de la vitesse. La figure 8.20 est valide uniquement pour un joint spécifique dans une application particulière. Pour les autres joints et applications, l'interdépendance varie. Le **broutage** est également lié à la friction au niveau de la surface d'étanchéité. Comme

dans ce cas la friction, ou plus précisément la différence entre les frictions statique et dynamique, jouent un rôle important, ce phénomène est également lié à l'application et/ou l'utilisation de joints en élastomère pour lesquels cette différence est particulièrement grande.

Les trois conditions suivantes doivent être présentes simultanément pour que l'effet de broutage puisse se produire :

- La friction statique est toujours plus élevée que la friction dynamique, qui atteint un niveau minimum à une vitesse de $v_{\mu\text{min}}$ (voir la courbe Stribeck, fig. 8.18).
- La vitesse de fonctionnement est inférieure à $v_{\mu\text{min}}$.
- La puissance est transmise à travers un corps élastique, généralement la colonne d'huile compressible lors de l'utilisation d'un cylindre.

Pour aider à expliquer le terme de broutage, référez-vous à la figure 8.21. Pour accélérer une masse m de zéro à la vitesse maximale, la friction μ_H statique doit être surmontée par une force F_1 . L'élément de ressort est chargé avec F_1 avec l'accroissement de la vitesse et, la valeur de la friction μ_H diminue à μ_G et celle de la force à F_2 . L'intensité de la force stockée dans le ressort accélère la masse encore plus. Une fois que cette force a été complètement usée, la masse est freinée par la friction croissante en direction de la valeur μ_H . Cela exige une autre augmentation de la force à un niveau proche de F_1 et le processus est répété.

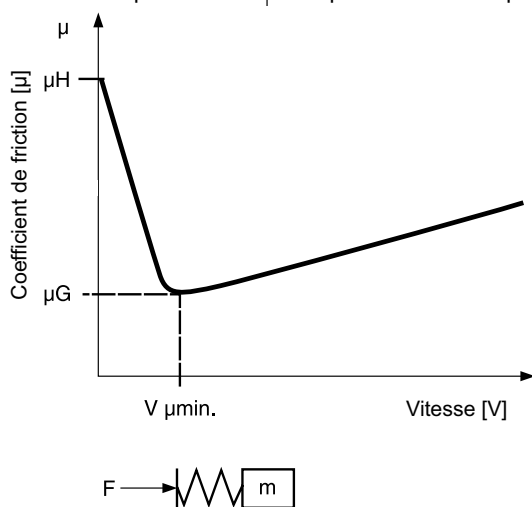


Fig. 8.21 Schéma du système pour l'effet de broutage

Par conséquent, une certaine relation entre la friction d'étanchéité et la masse impliquée dans le mouvement (piston et charge) avec sa vitesse de glissement est cruciale. De ces trois paramètres, la friction est généralement la seule qui puisse être influencée. Cela nécessite une bonne coordination entre le joint, le film lubrifiant et la surface de contact avec une friction dynamique minimale et une friction statique favorable. Certaines améliorations peuvent également être obtenues en améliorant la rigidité du système, ce qui nécessite le plus petit volume possible d'huile sous pression du côté du circuit hydraulique.

La séparation du film lubrifiant provoque également des oscillations radiales du joint. Il a été constaté que lors de l'utilisation

d'huiles avec de bonnes performances d'humidification, ces phénomènes ne se produisent pas avec les mêmes joints, ni dans les mêmes conditions opératoires.

Jointts pneumatiques

En principe, les mêmes conditions sont applicables ici comme pour les joints hydrauliques, sauf que certaines des conditions limites sont considérablement aggravées dans le cas de joints pneumatiques. Cela vaut particulièrement pour les conditions de lubrification moins favorables, qui ne sont à peu près comparables qu'à une lubrification au moyen d'un nuage d'huile qui n'est plus souhaitable, car le film de lubrification est continuellement alimenté par l'apport constant de nouveau lubrifiant.

Si une graisse de lubrification est utilisée, le film lubrifiant ne peut pas être renouvelé, tant que de nouveaux lubrifiants ne sont pas introduits dans le système. L'épaisseur du film diminue réellement de course en course en raison de son « élimination par effet d'essuyage » par les lèvres d'étanchéité. Ce processus « d'usure du lubrifiant » dépend de l'épaisseur de la pellicule d'origine et de la vitesse de glissement du joint de piston (fig.8.22).

Encore une fois, cela signifie que la sélection d'une vitesse de glissement inférieure se traduira par une diminution correspondante de l'épaisseur du film résiduel. Bien que cette « usure du lubrifiant » soit relativement faible, la couche de lubrifiant introduite sur l'assemblage doit avoir disparu après quelques courses et un fonctionnement à faible vitesse à un niveau qui, à aucun moment pendant le fonctionnement d'un film lubrifiant hydrodynamique, ne peut être restauré sur les surfaces.

La rupture du film lubrifiant après une longue période de fonctionnement aboutit finalement à une mise en contact entre le joint et les surfaces métalliques. Cela pousse le joint à fonctionner dans la gamme de frictions mixtes et l'augmentation de la friction provoque une forte usure. Par conséquent, des bords d'étanchéité arrondis ont été développés pour les joints pneumatiques, qui ne sont plus ou moins gravement, responsables de l'élimination du film lubrifiant. Bien que cela ait peu d'effet sur la friction statique, ils affectent notamment la friction dynamique.

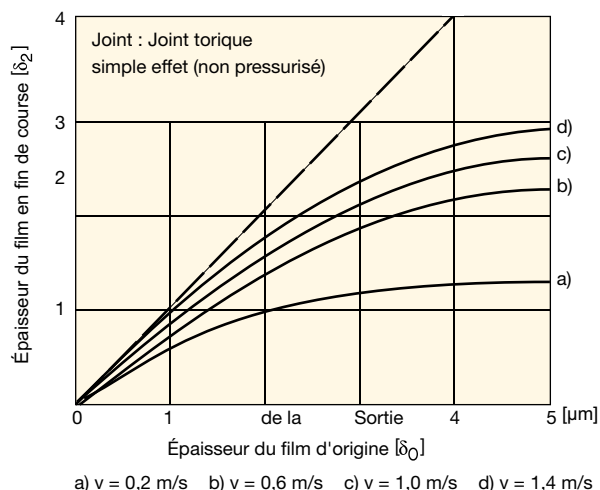


Fig. 8.22 Modification de l'épaisseur du film d'origine en fonction de la vitesse de glissement au cours d'une seule course

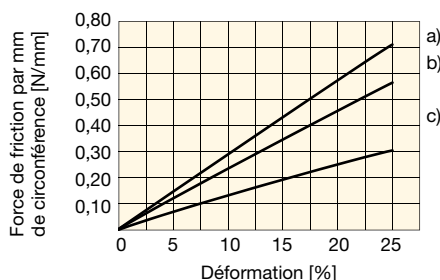
8 Terminologie des systèmes d'étanchéité

Si de faibles vitesses de pistons pneumatiques sont atteintes en contrôlant le débit de l'alimentation en air, il existe un risque plus élevé de broutage. Des Bords d'étanchéité vifs et une lèvre d'étanchéité à courte ont un effet défavorable ici aussi. Une surface plus rugueuse de la surface de contact métallique favorise cette condition limite et les surfaces qui sont trop lisses et polies sont également propices à l'apparition d'un effet de broutage.

Paramètres pour une friction inférieure

Compression du joint torique	devant être réduite
Surface	R_{\max} , R_t devant être réduite
Dureté [Shore A]	devant être réduite
Vitesse de glissement (éviter les hautes fréquences et les vibrations)	devant être accrue
Section	devant être réduite
pression	devant être réduite
Lubrification	devant être accrue
Température	devant être réduite
Largeur de gorge (le joint torique peut être en contact avec un côté seulement)	devant être accrue
Diamètre d'alésage ou de tige	devant être réduite

Tab. 8.8

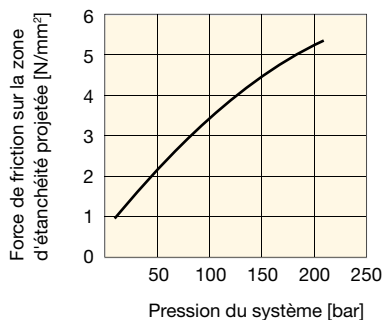


a) Dureté de 90 Shore A b) Dureté 80 Shore A c) Dureté 70 Shore A

Conditions :

- Surface chromée, $R_t \leq 2,5 \mu\text{m}$
- Joint torique N0304-75, 100 000 cycles, fluide Aeroshell 4
- Vitesse 0,3 m/min

Fig. 8.23 Force de friction en fonction de la déformation du joint torique



Conditions :

- Surface chromée, $R_t \leq 2,5 \mu\text{m}$
- Joint torique N0304-75, 100 000 cycles, fluide Aeroshell 4
- Vitesse 0,3 m/min

Fig. 8.24 Force de friction en fonction de la pression du système

8.17.2 Usure

La friction provoque l'usure. Toutefois, la friction peut être anticipée et prise en considération dans la phase de conception. Le taux d'usure est cependant difficile à prévoir, mais il régit directement la durée de vie d'un joint torique et la fréquence d'entretien.

Les attentes concernant les dispositifs d'étanchéité aujourd'hui signifient que, dans de nombreux cas, la lubrification hydrodynamique est éliminée en raison de l'effet d'essuyage accru. Cela signifie que le joint fonctionne toujours dans la gamme de frictions mixtes et c'est la raison pour laquelle la résistance à l'usure dépend des facteurs suivants :

- Les propriétés de la matière.
- Les propriétés lubrifiantes du fluide.
- Les propriétés de la surface de contact.
- Les conditions de fonctionnement.

L'usure dans les applications des fluides peut être divisée en quatre catégories :

L'usure marquée se développe au niveau d'un contact métal-métal dans les zones de frictions mixtes où les deux matériaux ont tendance à former des cristaux mixtes. Les huiles HPL permettent d'éviter cela grâce à leurs additifs. Ces additifs n'ont cependant aucune influence sur les combinaisons de caoutchouc/acier ou de caoutchouc/métal.

L'usure due à la fatigue devient évidente lors de l'observation d'un relâchement de la structure et lorsque des particules sont libérées de la structure métallique. Elle est habituellement le résultat de charges pulsatoires.

L'usure due à la corrosion se manifeste sous la forme de rouille et elle peut normalement être réduite grâce à des additifs appropriés. Les joints ne sont pas directement affectés par les types d'usure cités ci-dessus. Cependant, les produits de ces types d'usure peuvent favoriser l'usure du joint si celui-ci entre en contact avec eux.

L'usure due à l'abrasion peut en revanche affecter à la fois les pièces métalliques et les joints. Les métaux sont poncés par des matières dures ou par un corps étranger dur présent dans le fluide. Pour les joints, une surface de contact rugueuse est généralement la cause de l'abrasion des surfaces en élastomère relativement souples.

8.17.3 Interaction entre la friction, l'usure et le processus d'étanchéité

Pour obtenir un processus d'étanchéité sans rencontrer de difficultés, les conditions de fonctionnement doivent être stables au sein du jeu d'extrusion. Toutefois, la stabilité est difficile à établir, car les paramètres pertinents agissent souvent de manière opposée.

Le premier point à considérer est le film lubrifiant dans le jeu d'extrusion. Il est nécessaire de connaître la largeur du jeu et la façon dont elle varie dans les conditions de fonctionnement afin

de déterminer la friction, la durée de vie et le taux de fuite. Pour conserver une friction aussi faible que possible, la quantité de film lubrifiant doit être assez importante. Ceci peut cependant entraîner une fuite, car un film « épais » est essuyé de la surface lors de la course de retour. À l'autre extrême, un film lubrifiant insuffisant provoque des problèmes en raison d'une friction élevée. L'efficacité d'un joint et la friction sont donc inversement proportionnelles. Outre la profondeur et la largeur du jeu d'extrusion, la dureté du joint joue également un rôle connu. La dureté détermine l'élasticité du joint et garantit que le joint cède la place au film lubrifiant sous l'effet de la pression. La viscosité instantanée du fluide a également un impact clair et important.

Les facteurs qui influencent le film lubrifiant ou les conséquences de la viscosité sont encore inconnus. Une matière souple favorise un film plus épais. Cependant, les matières dures et molles se comportent différemment à des vitesses élevées, auxquelles on observe que les matières dures aident à former un film lubrifiant, tandis que les matières molles empêchent ce phénomène grâce à leur forte adhérence à la surface.

Le film lubrifiant est très important, mais il représente seulement l'un des facteurs affectant la friction au niveau du joint. On peut citer d'autres facteurs, par exemple, la matière du joint, sa forme, la pression, la vitesse et les changements de direction. Nombre de ces facteurs sont souvent difficiles à mesurer ou à reproduire. On comprend donc pourquoi les fabricants de joints ne peuvent fournir aux clients des informations quantifiées concernant la friction et l'usure pour un joint individuel que lorsque tous les paramètres affectant l'étanchéité sont connus et reproductibles. Cela interdit toute généralisation des mesures physiques obtenues en laboratoire. Les conditions limites des tests ne pourront jamais correspondre parfaitement à celles de l'application concernée.

8.18 Allongement à la rupture

L'allongement à la rupture est l'allongement mesuré en pourcentage de la longueur initiale au moment de la rupture d'un échantillon soumis à une charge de traction. Le test est réalisé selon la norme DIN 53504.

La valeur de l'allongement à la rupture peut être utilisée pour évaluer certaines conditions d'assemblage et la dilatation nécessaire, surtout pour les petits joints toriques. Par rapport aux valeurs obtenues sur des échantillons normalisés, l'allongement à la rupture des pièces finies est plus faible en raison du facteur de forme qui doit être pris en considération.

8.19 Résistance à la traction

La résistance à la traction est mesurée en N/mm² et représente la force en N nécessaire pour arracher un échantillon standard en fonction de sa section en mm². Les taux d'allongement sont spécifiés dans la norme DIN :

- 500 mm/minute pour les bagues standard et l'échantillon standard S1.
- 200 mm/min pour les échantillons standard S2, S3 et S4.
- Les tests sont réalisés selon la norme DIN 53504.

En termes pratiques, les résultats de ces tests n'aident pas l'utilisateur à sélectionner une matière, car un joint torique assemblé ne s'appuie pas sur sa résistance à la traction pour assurer une étanchéité efficace. De même que l'allongement à la rupture, la résistance à la traction dépend de la géométrie. Les joints toriques et les bagues anti-extrusion^{Parbak®} dotés de petites sections peuvent ne pas atteindre les performances des échantillons standard.

8.20 Relaxation des tensions

La relaxation des tensions des élastomères est la réduction des contraintes dans l'élastomère déformé résultant de processus physiques et chimiques. La réduction des contraintes est mise en évidence, par exemple, par la diminution progressive de la force d'étanchéité inhérente des joints toriques dans le temps.

Comme cela est le cas pour la déformation rémanente après compression, la relaxation des tensions dépend du type particulier d'élastomère, de la composition du mélange, des paramètres de traitement, de la déformation, de l'épaisseur du matériau, du temps, de la température et de l'influence du fluide.

Un grand nombre de normes de test et de bancs d'essai sont disponibles pour mesurer la relaxation des tensions dans des conditions de laboratoire. Les normes de test les plus courantes sont les normes DIN 53537, ISO 3384 et ASTM D 6147. Une distinction est faite entre les mesures continues et discontinues. Dans le cas de mesures continues, la force élastique est mesurée en continu en ligne, alors que dans le cas de mesures discontinues, l'échantillon de test doit être retiré de la plate-forme de test de déformation pour mesurer la force élastique.

Du fait que les diverses méthodes de test donnent des résultats clairement différents, seuls les résultats mesurés dans les mêmes conditions sont exactement comparables entre eux. En ce qui concerne l'évaluation des performances d'un joint, les valeurs de la relaxation des tensions sont plus concluantes que celles de la déformation rémanente après compression, car c'est la force d'étanchéité conservée qui est mesurée dans le cas de la relaxation des tensions, et non la déformation restante. Toutefois, même les résultats d'une mesure de relaxation des tensions permettent seulement de tirer une conclusion sûre en ce qui concerne les performances d'étanchéité dans le domaine d'application, si les conditions d'application sont également prises en compte.

8.21 Résilience au rebondissement

La résilience à l'impact ou au rebondissement est utile afin d'évaluer le comportement élastique des élastomères. Le test est réalisé selon la norme DIN 53512.

Ce test fournit des points de référence pour connaître le comportement dynamique et les propriétés du caoutchouc lorsque l'élastomère revient à son état d'origine après avoir été soumis à des chocs, tels que des charges. La section « Basses températures » permet d'évaluer la flexibilité à basse température en fonction la température en connaissant la résilience au rebondissement, la dureté et la compression.

8 Terminologie des systèmes d'étanchéité

8.22 Rayonnement

Les élastomères perdent leur flexibilité avec l'augmentation des niveaux de rayonnement. Les rayonnements provoquent la réticulation ou la rupture des chaînes de polymères. La densité de réticulation augmente à mesure que les niveaux de rayonnements s'élèvent. Dans le même temps, la résistance à la traction et l'allongement à la rupture diminuent, tandis que la dureté et le module augmentent. L'élastomère devient cassant si l'exposition aux rayonnements se poursuit. À l'inverse, le caoutchouc butyle IIR devient mou et collant.

Généralement, les élastomères ont une résistance à des niveaux de 1 M rad = 10⁶ rad sans perdre leurs propriétés élastiques. 1 M rad est un niveau de dose qui doit normalement être atteint après des années de fonctionnement. À 10 M rad (= 10⁷ rad), les propriétés physiques sont affectées. Afin d'évaluer les divers changements, des tests visant à déterminer la façon dont le joint est affecté sont nécessaires. Avec des joints toriques, le changement observé dans la déformation rémanente après compression est sans doute le facteur clé. Le composé le mieux adapté est le caoutchouc EPDM.

Outre la résistance au rayonnement, tous les autres paramètres importants tels que le fluide, la température et la pression, etc., doivent être pris en compte dans le choix d'une matière appropriée.

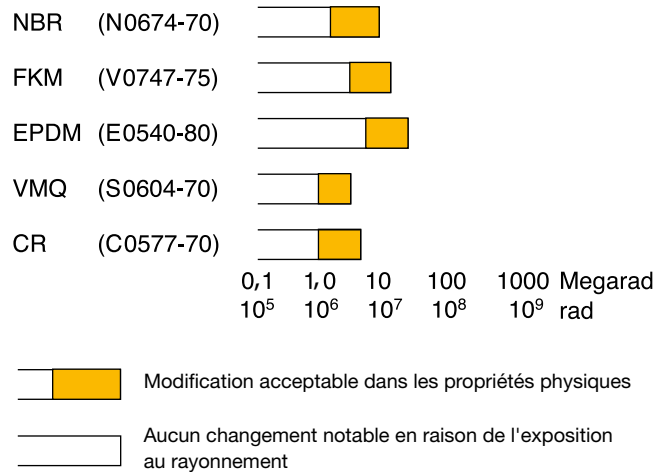
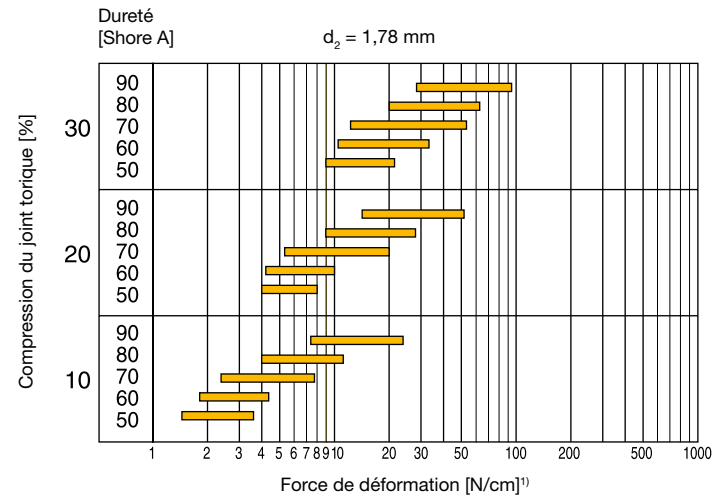


Fig. 8.25

8.23 Force de déformation de la section

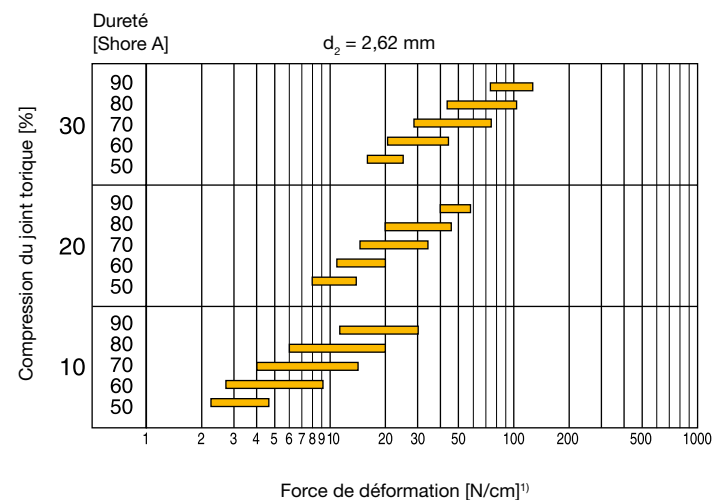
La force nécessaire pour déformer un joint torique de section d'un facteur donnée (en pourcentage) dépend du module de la matière. Comme celui-ci est lié à la géométrie du joint, il est indiqué pour différentes sections de joints toriques. Attendu qu'un utilisateur connaît typiquement seulement les dimensions et la dureté, les diagrammes suivants (figures 8.26 à 8.30) montrent la relation entre la dureté, la compression et la section. Les infor-

mations concernent tous les élastomères, ce qui explique pourquoi les forces de déformation sont indiquées pour chaque classe de dureté (voir les figures 8.26 à 8.30). Les forces nécessaires pour déformer les élastomères lors de l'assemblage de brides, par exemple, peuvent être obtenues à partir des diagrammes, et les forces qui affectent les joints sur les pièces en matière plastique moins résilientes peuvent également être estimées.



¹¹ Longueur de la circonférence de joint torique (cm)

Fig. 8.26



¹¹ Longueur de la circonférence de joint torique (cm)

Fig. 8.27

8.24 Compression de la section de joint torique (cm)

La section du joint torique est déformée lors de l'assemblage et le processus d'étanchéité commence ainsi sa mise en œuvre sur les surfaces de contact. La compression minimale dépend du type d'application. Une déformation insuffisante peut conduire à une déformation rémanente après compression de 100 % dans un temps très court. Une compression excessive entraîne une déformation permanente élevée en pourcentage.

Dans les applications dynamiques, le joint torique peut générer des forces et une chaleur de friction plus élevées.

Les courbes caractéristiques indiquées dans les figures 8.31 à 8.33 tiennent compte de l'allongement, de la diminution de la section et des tolérances du métal, et une étanchéité efficace est réalisée dans des conditions normales.

Les directives peuvent varier pour des applications spéciales. Les influences telles que les bagues surétirées, la diminution de la section, l'influence de la température, la respiration des cylindres, l'excentricité, etc., doivent être prises en compte.

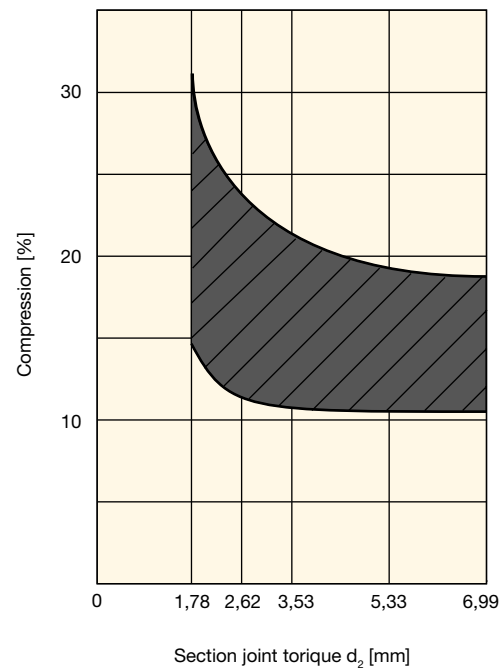
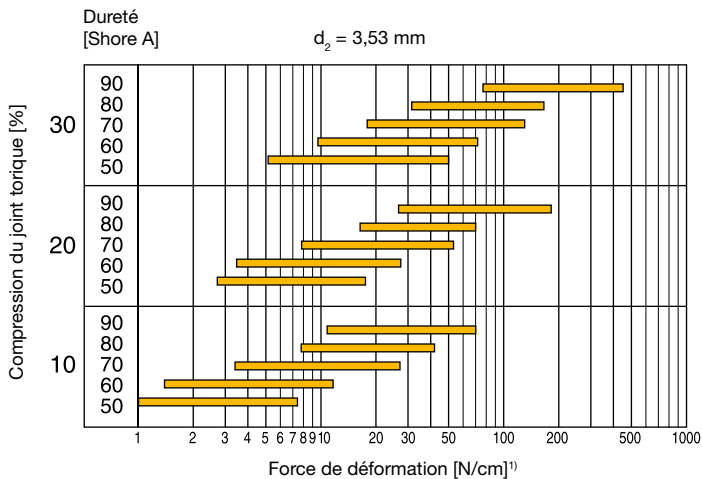
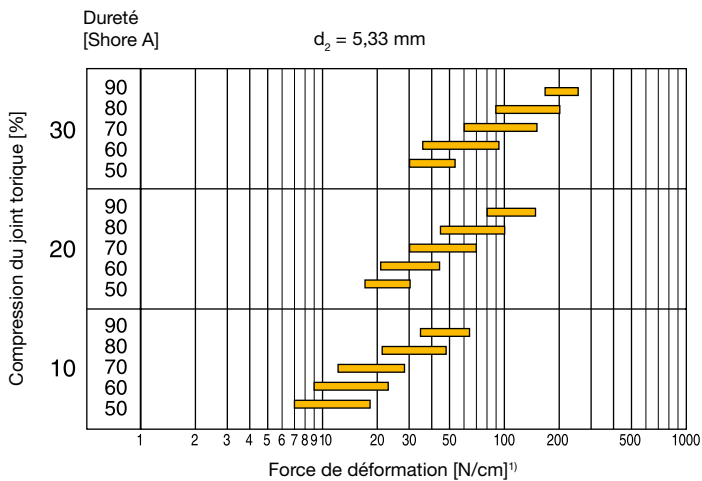


Fig. 8.31 Compression admise en fonction de la section d_2 – joint statique



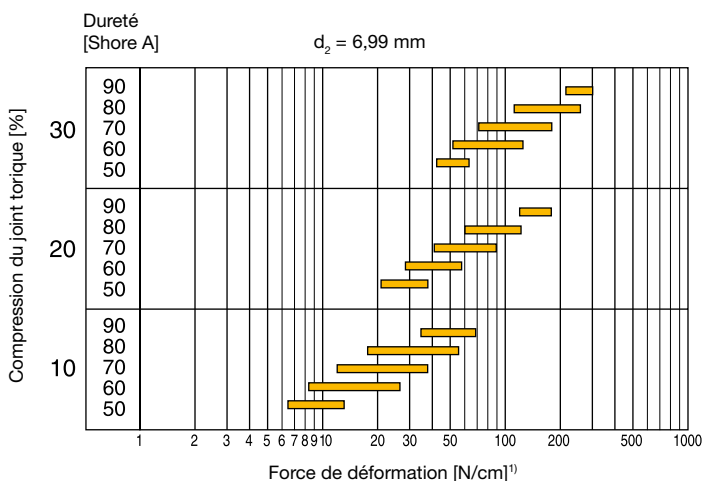
¹⁾ Longueur de la circonférence de joint torique (cm)

Fig. 8.28



¹⁾ Longueur de la circonférence de joint torique (cm)

Fig. 8.29



¹⁾ Longueur de la circonférence de joint torique (cm)

Fig. 8.30

8 Terminologie des systèmes d'étanchéité

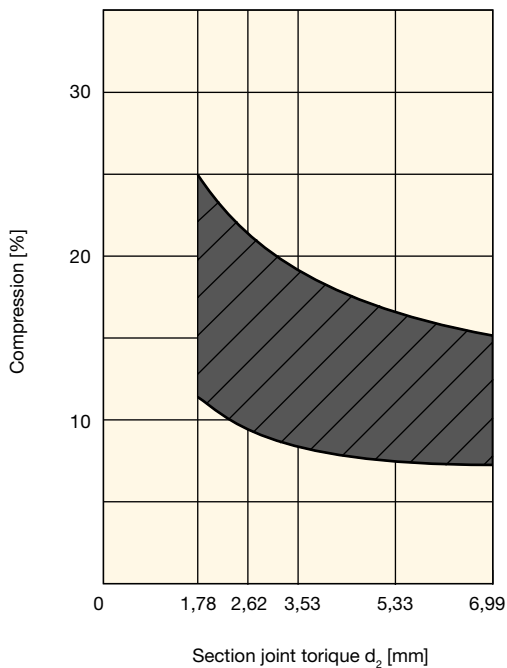


Fig. 8.32 Compression admise en fonction de la section d_2 – application hydraulique dynamique

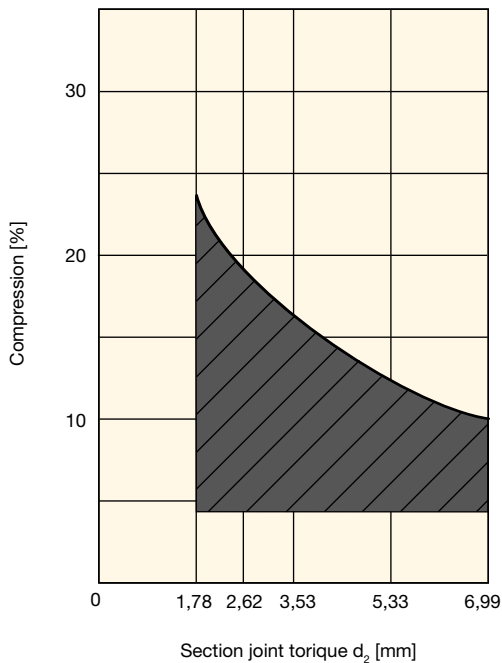


Fig. 8.33 Compression admissible en fonction de la section d_2 – joint d'étanchéité pour mouvement linéaire alternatif pneumatique

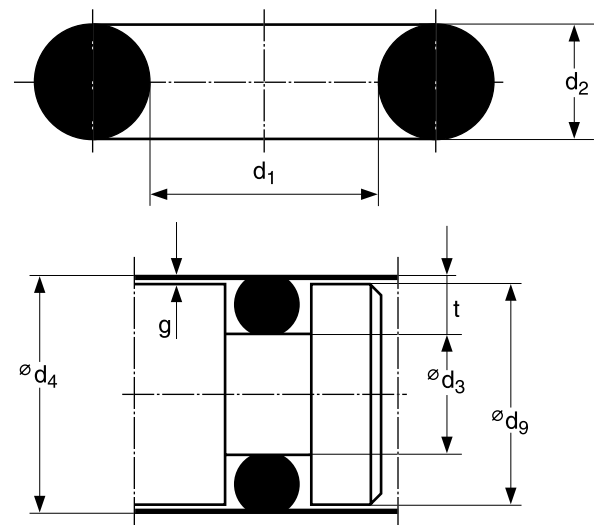


Fig. 8.34 Avec une parfaite concentricité

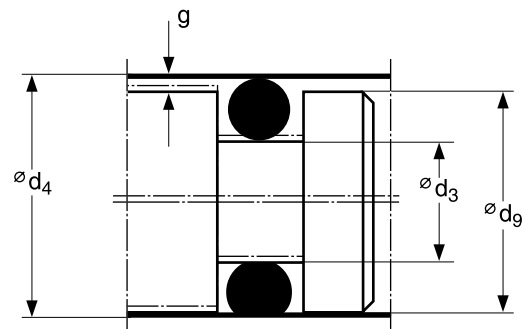


Fig. 8.35 Avec un jeu radial maximal

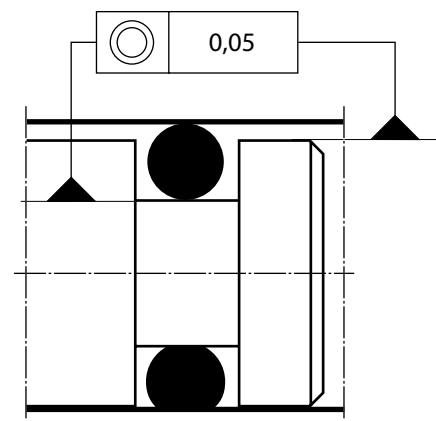


Fig. 8.36 Avec une excentricité maximale et un piston et des diamètres de gorge non concentriques

Section	Dimension nominale [mm]	Tolérance	Dimension minimale [mm]	Dimension maximale [mm]
d_1	11,89	$\pm 0,19$	11,700	12,080
d_2	1,78	$\pm 0,08$	1,700	1,860
d_3	12,20	h9	12,157	12,200
d_4	15,00	H8	15,000	15,027
d_9	15,00	f7	14,966	14,984

Tab. 8.9

Exemple de calcul pour un joint de piston dynamique – hydraulique :

A Concentricité (fig. 8.34)
 Profondeur de logement max. $t_{max} =$
 $= 0,5 \times (d_{4max} - d_{3min})$
 $= 0,5 \times (15,027 - 12,157) = 1,435 \text{ mm}$

Section de joint torique min. $d_{2min} = 1,70 \text{ mm}$
 Section réduite à 4 % d'allongement (fig 8.13.) : 3 %

Section réduite $d_{2'} = 0,97 \times 1,70 = 1,65$ mm

Déformation min. : $d_{2'} - t_{\max} = 1,65 - 1,435 = 0,215$ mm

en % :

$$\frac{d_{2'} - t_{\max}}{d_{2'}} = \frac{1,65 - 1,435}{1,65} = 13 \%$$

B avec un jeu radial max. (fig. 8.35)

Profondeur de logement max. $t_{\max} =$

$$= 0,5 \times (d_{9\max} - d_{3\min}) + d_{4\max} - d_{9\max}$$

$$= 0,5 \times (14,984 - 12,157) + 15,027 - 14,984 = 1,457$$
 mm

Déformation min. : $d_{2'} - t_{\max} = 1,65 - 1,457 = 0,193$ mm

en % :

$$\frac{d_{2'} - t_{\max}}{d_{2'}} = \frac{1,65 - 1,457}{1,65} = 11,7 \%$$

C avec un jeu radial max. et une excentricité maximale du fond de la gorge par rapport au diamètre du piston (fig. 8.36)

Profondeur de logement max. $t_{\max} =$

$$= 0,5 \times (d_{9\max} - d_{3\min}) + d_{4\max} - d_{9\max} + \text{Excentricité}$$

$$= 0,5 \times (14,984 - 12,157) + 15,027 - 14,984 + 0,05 = 1,507$$
 mm

Déformation min. : $d_{2'} - t_{\max} = 1,65 - 1,07 = 0,143$ mm

en % :

$$\frac{d_{2'} - t_{\max}}{d_{2'}} = \frac{1,65 - 1,507}{1,65} = 8,7 \%$$

L'exemple illustre l'effet que l'allongement du joint torique et l'excentricité des éléments d'une machine peuvent avoir sur la déformation diamétrale et la capacité d'étanchéité du joint torique.

8.25 Modification de volume

Les joints toriques entrent en contact avec un large éventail de fluides. Tous les fluides, que ce soit le gaz, la vapeur ou un liquide, ont tendance à être absorbés par le caoutchouc et le matériau peut être affecté de diverses manières :

- Physiquement.
- Chimiquement.

Les modifications dues à **des effets physiques** peuvent être décrites par deux processus qui peuvent agir en même temps :

1. L'élastomère absorbe le fluide.
2. Le fluide extrait des parties solubles de l'élastomère (en particulier, des plastifiants).

Il en résulte une variation de volume :

lorsque le processus 1 prend le pas sur le processus 2, cela provoque un **gonflement**;

lorsque le processus 2 prend le pas sur le processus 1, cela provoque un **rétrécissement**.

Le degré de variation du volume dépend principalement du type de fluide, de la composition du caoutchouc, de la température, de la forme géométrique (épaisseur du matériau) et de la condition de contrainte de la pièce en caoutchouc. Dans un état comprimé, un joint torique gonfle moins (jusqu'à 50 %) qu'à l'état libre, comme cela est le cas dans les tests de gonflement.

Comme élastomères ont une structure réticulée, le gonflement est limité. Il atteint une limite, puis il reste inchangé.

Les variations de volume, à la fois positives et négatives, entraînent des modifications des propriétés physiques des élastomères, par exemple de la dureté, de l'élasticité, de la résistance à la traction, de l'allongement à la rupture et du comportement à basse température. Ces modifications peuvent, selon leur intensité, entraîner une dégradation de l'élastomère et même une défaillance fonctionnelle. Pour de plus amples informations sur la compatibilité avec les huiles minérales, consultez la section « Indice de compatibilité avec les élastomères (ECI) ».

A **attaque chimique** se produit lorsque le fluide réagit chimiquement au contact de l'élastomère, provoquant ainsi des modifications de structure (une réticulation ou une dégradation accrue, par exemple). Même les plus infimes modifications chimiques dans un élastomère peuvent entraîner des changements significatifs dans les propriétés physiques (une fragilisation par exemple). La compatibilité des élastomères avec un fluide est extrêmement importante. Grâce à la connaissance des changements de propriétés, il est possible d'évaluer la pertinence ou la non-pertinence d'un élastomère donné pour un fluide spécifique. Pour de plus amples informations, consultez le tableau des compatibilités avec les fluides (voir l'Annexe).

8.26 Résistance à la déchirure

La résistance à la déchirure (N/mm) est définie comme étant la force maximale qui provoque une entaille qui se propage en déchirure dans un échantillon défini. Le test est réalisé selon la norme DIN ISO 34-1 sur des échantillons droits ou coudés.

La résistance à la déchirure est une mesure de la sensibilité aux entailles qui pourraient être provoquées par des impuretés ou se produire pendant l'assemblage.

8.27 Déformation rémanente à la traction

La déformation rémanente à la traction décrit la tendance d'un élastomère à perdre sa mémoire élastique après une période d'allongement sous l'effet d'une charge. Le test est réalisé selon la norme DIN ISO 2285 et ses résultats dépendent des facteurs suivants :

- La période et la température du test.
- La section et la taille des échantillons.
- L'allongement.
- Le refroidissement en condition d'étirement ou de relâchement.

La déformation rémanente à la traction et la déformation rémanente après compression décrivent le comportement élastique d'une matière en caoutchouc.

8 Terminologie des systèmes d'étanchéité

9.1 Qualité

En accord avec la définition de la qualité donnée par le DGQ, Deutsche Gesellschaft für Qualität (Association allemande pour la qualité), notre politique vise à privilégier la qualité en sélectionnant les meilleurs matériaux, en utilisant des méthodes de production de pointe, en assurant un suivi rigoureux de la production et en organisant la formation continue de nos employés afin de fabriquer des produits de qualité :

« La qualité correspond à la condition d'un produit ou d'un service qui le rend approprié dans l'usage pour lequel il est conçu et conforme à des exigences existantes » (DGQ 22, 1974).

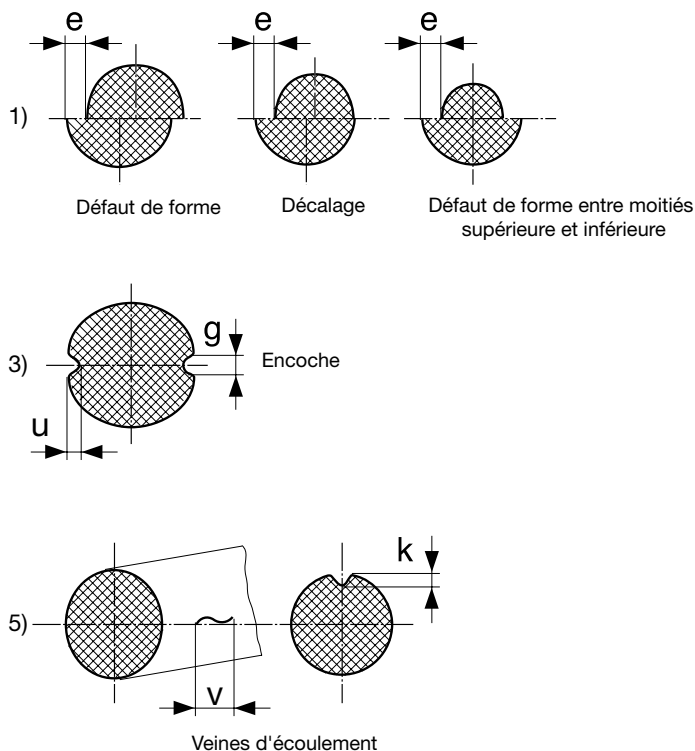
Du fait que la qualité doit commencer à la source et ne peut être inspectée dans un produit, nous avons conçu un système afin d'écarter les influences ayant un impact négatif sur la qualité de nos produits.

Notre système de gestion intégrée (SGI), intégrant la gestion de la qualité, la gestion de l'environnement, de la santé et de la sécurité au travail, qui décrit toutes les mesures prises dans ces domaines et est constamment aligné avec la technologie actuellement utilisée dans nos processus de production et les exigences techniques, est un exemple de notre effort permanent d'amélioration continue.

Nous sommes certifiés à la norme DIN EN ISO 9001 depuis 1993 et à la norme ISO/TS 16949 depuis 2002.

9.2 Critères d'évaluation pour les joints toriques

Les critères d'évaluation de la qualité de fabrication des joints toriques sont définis dans la norme DIN ISO 3601-3 (voir le tableau 9.1). Les limites admissibles sont énumérées dans le tableau 9.2 et subdivisées en niveaux « N », « S » et « CS ».



Niveau N

Les valeurs limites admissibles pour les variations de surface des joints toriques correspondent aux exigences élevées établies pour les applications industrielles. Elles sont applicables aux joints toriques statiques et dynamiques. Les défauts admissibles n'affectent pas la fonction du joint torique. Les inspections de tous les joints toriques selon le niveau N sont une pratique courante dans nos activités opérationnelles.

Niveau S

Dans des applications spéciales, par exemple, dans l'industrie aérospatiale, des limites encore plus strictes pour les tailles de défauts admissibles sont fixées. Cela nécessite des efforts considérablement plus élevés au niveau de la fabrication et de l'inspection, ce qui augmente le prix de ces joints toriques de façon significative.

L'exigence supplémentaire de qualité « Niveau S » doit être indiquée dans la commande d'achat avec l'application/la destination. Nos joints toriques standard sont inspectés selon le « Niveau N » (voir ci-dessus).

Niveau CS

Le niveau CS autorise les plus hautes exigences en matière de qualité de surface. Ce niveau doit être réservé aux applications spéciales critiques, car ces tolérances ne peuvent être atteintes qu'à l'aide de processus de production et d'inspection très spéciaux. Le coût de joints toriques de niveau CS est à l'avenant.

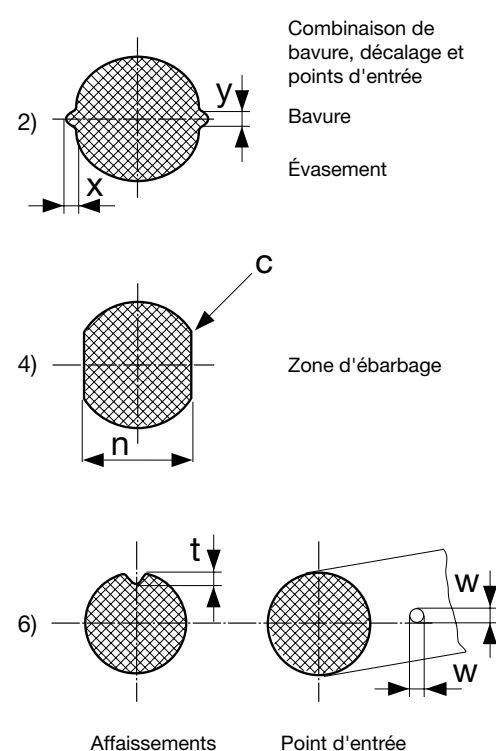


Fig. 9.1 Défauts du moule et de la surface de finition

Fig. 9.2 Défauts de surface

9 Critères de qualité

N° figure	Déviaton	Définition
1)	Défaut de forme	Les moitiés supérieure et inférieure du joint torique sont hors de l'alignement ou inégales.
1)	Décalage	Décalage des moitiés du joint torique en raison du déplacement d'une partie du moule vers l'autre.
1)	Défaut de forme des moitiés supérieure et inférieure	Le rayon de la section est différent dans chaque moitié de joint torique, en raison de dimensions différentes dans les deux moitiés du moule.
2)	Combinaison de bavure, décalage et points d'entrée	Une combinaison de bavure, de décalage et de points d'entrée.
2)	Bavure	Matériau en forme de film autour de la ligne de joint sur le(s) diamètre(s) intérieur et/ou extérieur, issu d'une séparation dans le moule ou d'un ébavurage insuffisant.
2)	Évasement	Crête continue de matériau sur la ligne de séparation due à l'usure des rebords du moule ou à des rebords excessivement arrondis du moule.
3)	Encoche	Retrait de la ligne de séparation avec une large section en forme de « U » ou « W ».
4)	Zone de bavure	Zone aplatie et souvent rugueuse le long du/des diamètre(s) intérieur et/ou extérieur du joint torique, provoquée par l'ébavurage.
5)	Veines d'écoulement	Évidemment en forme de fil, souvent incurvé, pas très profond et avec des rebords arrondis causés par des lignes d'écoulement de l'élastomère dans le moule.
6)	Point d'entrée	Évidemment au niveau de la ligne de séparation sur le(s) diamètre(s) intérieur et/ou extérieur du joint, causé par la déformation des rebords du moule à la ligne de séparation.
6)	Affaissements	Défauts de surface, pour la plupart de forme irrégulière, causés par l'élimination des inclusions de la surface, des empreintes d'imperfections du moule, des bulles d'air ou un moule insuffisamment rempli.
-	Matériau étranger non admissible	Toute inclusion de matières étrangères sur la surface du joint torique, notamment la contamination, les impuretés, etc.

Tab. 9.1 Type et description des défauts du moule et de la surface de finition

Déviaton ¹⁾	Dimension ²⁾	Niveau N					Niveau S					Niveau CS				
		d ₂ selon la norme DIN ISO 3601-3					d ₂ selon la norme DIN ISO 3601-3					d ₂ selon la norme DIN ISO 3601-3				
		> 0,8	> 2,25	> 3,15	> 4,50	> 6,30	> 0,8	> 2,25	> 3,15	> 4,50	> 6,30	> 0,8	> 2,25	> 3,15	> 4,50	> 6,30
		≤ 2,25	≤ 3,15	≤ 4,50	≤ 6,30	≤ 8,40	≤ 2,25	≤ 3,15	≤ 4,50	≤ 6,30	≤ 8,40	≤ 2,25	≤ 3,15	≤ 4,50	≤ 6,30	≤ 8,40
1)	e	0,08	0,10	0,13	0,15	0,15	0,08	0,08	0,10	0,12	0,13	0,04	0,04	0,06	0,06	0,08
2)	x	0,10	0,12	0,14	0,16	0,18	0,10	0,10	0,13	0,15	0,15	0,07	0,07	0,10	0,13	0,13
2)	y	0,10	0,12	0,14	0,16	0,18	0,10	0,10	0,13	0,15	0,15	0,10	0,10	0,13	0,13	0,13
3)	g	0,18	0,27	0,36	0,53	0,70	0,10	0,15	0,20	0,20	0,30	non admissible				
3)	u	0,08	0,08	0,10	0,10	0,13	0,08	0,08	0,10	0,10	0,13	non admissible				
4)	n ³⁾						³⁾					³⁾				
5)	v	1,50 ¹⁾	1,50 ¹⁾	6,50 ¹⁾	6,50 ¹⁾	6,50 ¹⁾	1,50 ¹⁾	1,50 ¹⁾	1,00 ¹⁾	5,00 ¹⁾	5,00 ¹⁾	1,50 ²⁾	1,50 ²⁾	1,50 ²⁾	4,56 ²⁾	4,56 ²⁾
5)	k	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
6)	w	0,60	0,80	1,00	1,30	1,70	0,15	0,25	0,40	0,63	1,00	0,08	0,13	0,18	0,25	0,38
6)	w	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,13 ³⁾	0,25 ³⁾	0,38 ³⁾	0,51 ³⁾	0,76 ³⁾
6)	t	0,08	0,08	0,10	0,10	0,13	0,08	0,08	0,10	0,10	0,13	0,08	0,08	0,10	0,10	0,13
matériau étranger non admissible						non admissible					non admissible					

¹⁾ Voir le tableau 9.1.

²⁾ Voir la figure 9.1.

³⁾ Des déviations de la section ronde ne sont admises que si la section plate rejoint en douceur l'arrondi et que d₂ est conservé.

⁴⁾ 0,05 × d₁ ou valeur v, en fonction de la valeur la plus élevée.

⁵⁾ 0,03 × d₁ ou valeur v, en fonction de la valeur la plus élevée.

Tab. 9.2 Limites admissibles pour les défauts du moule et de la surface de finition

10.1 Exigences physiques requises pour les joints toriques

Il est souvent difficile de déterminer si les paramètres de conception, des erreurs de montage ou des modifications dans les conditions de fonctionnement sont responsables de la défaillance d'un joint torique. Dans de nombreux cas, les défauts sont dus à plusieurs facteurs différents qui agissent simultanément.

Une durée de vie et une fiabilité optimales ne peuvent être atteintes qu'en réduisant la probabilité de défaillance du joint grâce à de bonnes pratiques en matière de conception, le choix approprié des matières, des tests pratiques et un personnel de montage formé.

Les descriptions suivantes caractérisent les types les plus fréquents de défaillances de joint torique et indiquent comment celles-ci peuvent être corrigées.

Compte tenu du fait que les joints sont utilisés dans une large gamme d'applications, les exigences qui en découlent peuvent également différer.

Les exigences typiques sont les suivantes :

- La résistance au fluide.
- La résistance à la température.
- La résistance à la pression.
- La résistance à l'abrasion.
- Une conception compacte.
- L'échangeabilité.

En raison de la diversité des applications et du fait que la géométrie relativement simple est spécifiée, les propriétés chimiques et physiques sont des facteurs particulièrement importants. Les services de conseil de Parker pour les applications de terrain sont là pour vous aider à identifier les meilleurs matériaux convenant aux besoins de l'utilisateur au sein d'une large gamme de matières en caoutchouc synthétique disponibles ou pour sélectionner ceux qui offrent un compromis viable pour les diverses exigences.

Habituellement, les défauts sont directement visibles sur le joint torique. Cela permet d'apporter les corrections nécessaires, telles que la modification de la matière employée.

10.2 Fluage dans le jeu d'extrusion – les effets de la pressurisation

L'effet d'étanchéité d'un joint torique résulte de son élasticité dans un état comprimé, non pressurisé entre deux zones d'étanchéité (fig. 10.1). Lorsque la pression s'accroît, les joints toriques se comportent comme des fluides incompressibles et augmentent leur force de pression de contact sur les zones d'étanchéité proportionnellement à la pression exercée (fig. 10.2). Sous l'effet d'une pression croissante, un volume de joint torique de plus en plus important est comprimé dans le jeu d'extrusion du joint, où il est soumis à un cisaillement, un « pelage », ou à un « grignotage » du fait des déformations élastiques des composants mécaniques (fig 10.3.).

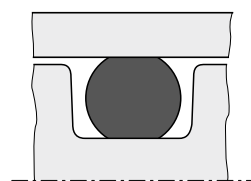


Fig. 10.1 En raison de son comportement élastique, le joint torique exerce son effet d'étanchéité à l'état non pressurisé comprimé entre deux zones d'étanchéité.

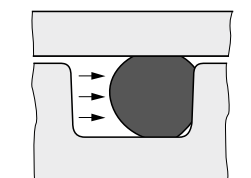


Fig. 10.2 À l'état pressurisé, le joint torique se comporte comme un fluide incompressible, exerçant une pression sur le logement proportionnelle à la pression du système

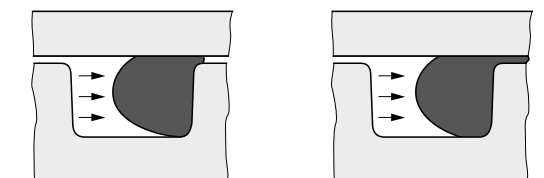


Fig. 10.3 À une pression plus élevée, un volume de joint torique plus grand est poussé dans le jeu d'extrusion. Une bague anti-extrusion empêche le fluage dans le jeu d'extrusion.

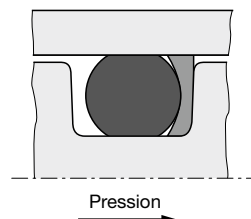


Fig. 10.4 La bague anti-extrusion située sur le côté non pressurisé empêche le fluage dans le jeu d'extrusion.

Les surfaces « pelées » ou « grignotées » représentent le défaut le plus courant des joints toriques. Il provoque le blocage du volume extrudé du joint torique dans le jeu d'extrusion et le pelage de sa surface (fig. 10.05 à 10.07).



Fig. 10.5 Joint torique extrudé

10 Analyse des dommages



Fig. 10.6 Joint torique extrudé



Fig. 10.7 Joint torique pelé

L'extrusion peut se produire dans les conditions suivantes :

- Étanchéité dynamique.
- Étanchéité statique avec pression pulsée.
- Étanchéité statique avec haute pression.
- Respiration des pièces de machine.
- Jeux excessivement grands.

Les principales raisons sont connues. La nécessité de processus de traitement économiques conduit souvent à des tolérances excessives, et donc à des jeux excessivement grands. L'autre raison qui passe souvent inaperçue est la tendance qu'ont les couvercles, les brides ou les cylindres à fléchir et celle qu'ont les boulons à s'étirer sous leur charge.

Dans ces cas, la résistance interne de la matière élastomère n'est plus suffisante pour se rétracter plus rapidement que la pièce de la machine qui ouvre le jeu d'extrusion. Ou la force de l'élastomère est dépassée et certaines parties du joint torique se cisailent et sont poussées dans le jeu d'extrusion.

La résistance à l'extrusion peut être évaluée à l'aide des valeurs de module à 100 % d'allongement (mesurée en N/mm²). Si aucune valeur de module n'est disponible, la dureté peut être utilisée comme critère de résistance à l'extrusion.

Les propriétés physiques (valeurs de contraintes) peuvent se détériorer en raison de l'exposition à des températures élevées et d'un gonflement.

Une défaillance de l'extrusion peut également être provoquée par les facteurs suivants :

- La matière du joint torique est trop tendre.
- Des influences chimiques et/ou physiques (gonflement, modification de la dureté, etc.).
- Des jeux irréguliers dus à l'excentricité.
- Des arêtes vives au niveau du logement du joint torique.

- Un logement trop rempli.
- Une matière du joint torique qui s'amollit à hautes températures.

Si une extrusion se produit en raison des facteurs énumérés ci-dessus, la défaillance du joint torique peut être empêchée en appliquant les mesures suivantes :

- Resserrer les tolérances pour réduire la dimension du jeu.
- Monter une bague anti extrusion.
- Augmenter la dureté de la matière du joint torique.
- Vérifier la compatibilité au fluide.
- Restreindre les tolérances qui mènent à l'excentricité ou changer les pièces de la machine qui provoquent la respiration.
- Modifier le rayon de la gorge (d'au moins 0,10 à 0,40 mm)

Les figures 10.5 et 10.6 montrent les plages dans lesquelles les bagues anti-extrusion doivent être utilisées en raison de hautes pressions et/ou des jeux de grand diamètre. Deux bagues anti-extrusion doivent être utilisées dans le cadre d'applications d'étanchéité pour mouvement linéaire alternatif.

10.3 Défaillance due à la déformation rémanente après compression

La déformation rémanente après compression, c'est-à-dire la perte partielle ou totale de la mémoire élastique, est une autre défaillance courante. Lorsqu'un joint torique n'est plus en contact élastique avec les zones d'étanchéité, il devient inopérant dans le maintien de l'étanchéité du système.

Les raisons principales de cette défaillance sont à rechercher du côté de la matière et des conditions de fonctionnement.

Outre les propriétés en matière de vieillissement et de résistance chimique de la matière, l'élasticité du matériau dépend de la composition du caoutchouc et de la température de fonctionnement, ainsi que du type et de la durée de la déformation. L'effet d'étanchéité d'un joint torique repose essentiellement sur une faible déformation rémanente après compression. La déformation rémanente après compression décrit le comportement élastique dans les conditions de fonctionnement et tout au long de la durée de vie du joint (voir section 8.6).

La dégradation des propriétés élastiques peut généralement être expliquée par la perte de sites de réticulation entre les chaînes de molécules ou la création de nouveaux sites (provoquée par l'apport d'énergie - durcissement). La déformation rémanente après compression à basse température est généralement réversible. À des températures plus élevées, l'élasticité est rétablie et la force d'étanchéité agit à nouveau. Cela donne un point de référence pour la flexibilité à basse température de l'élastomère.

Les causes d'une déformation rémanente élevée après compression et la perte de l'effet d'étanchéité qui en résulte sont :

- La qualité médiocre de la matière.
- La conception incorrecte du logement (la déformation excessive ou insuffisante accroît la déformation rémanente après compression en pourcentage ; voir la section 8.6).
- Une température de fonctionnement plus élevée que prévu (caoutchouc durci).
- Une mise en contact avec un fluide incompatible.

Les défaillances de ce type peuvent être évitées en prenant les mesures suivantes :

- Choisir un élastomère adapté aux conditions de fonctionnement.
- Utiliser un mélange de matières de qualité avec une faible déformation rémanente après compression.
- Réduire la température du système au niveau du joint d'étanchéité.
- Réduire la chaleur de friction.
- Vérifier le matériau constitutif du joint.
- Utiliser une conception de logement appropriée.



Fig. 10.8 Type de dommage provoqué par une déformation rémanente élevée après compression

10.4 Joints toriques torsadés, défauts en spirale

Ces types de dommages apparaissent de manière typique. Les caractéristiques externes sont des marques ou des coupures dans la surface torique en forme de spirale qui conduisent généralement à la destruction du joint (fig. 10.9 et 10.10).

Les dommages se produisent généralement comme suit :

- Dans les applications dynamiques, ces défauts peuvent se produire en raison de la compression variable de la section du joint torique, due à la perte de rondeur ou d'excentricité des composants devant être hermétiquement isolés. Ainsi, certaines parties du joint torique vont glisser, tandis que d'autres vont rouler. Ceci provoque l'apparition de marques en spirale ou de coupures dues à la torsion du joint torique. Celles-ci sont généralement orientées selon un angle de 45°.
- Dans les applications statiques, le joint torique a généralement été torsadé lors de son montage dans le logement. En raison d'un ratio défavorable entre la section et le diamètre intérieur (grand diamètre et petite section), le joint torique roule dans la zone d'assemblage au sein de la gorge.



Fig. 10.9 Joint torique torsadé avec marques en spirale



Fig. 10.10 Joint torique torsadé avec coupures en surface

Les types de dommages sont les suivants :

- Perte de rondeur des composants d'assemblage.
- Composants d'assemblage excentrés ; surfaces très rugueuses.
- Lubrification inexistante ou médiocre.
- Matériau du joint torique trop mou (défaut de stabilité dimensionnelle).
- Vitesse de course insuffisante (le film lubrifiant peut être repoussé).
- Erreur d'assemblage (joint torique monté dans des conditions propices à l'enroulement).
- Ratio défavorable entre la section et le diamètre intérieur du joint.

Les défaillances de ce type peuvent être évitées en prenant les mesures suivantes :

- Diminuer l'ovalisation ou l'excentricité des pièces de la machine.
- Réduire la déformation du diamètre de section du joint torique.
- S'assurer de la lubrification.
- Améliorer la finition de surface.
- Utiliser un joint torique plus dur.
- Choisir un ratio supérieur entre la section et le diamètre intérieur du joint.
- Procéder à un assemblage soigneux à l'aide d'un lubrifiant (par exemple, Parker O-Lube ou Super-O-Lube).

10.5 Décompression explosive

Du fait que tous les élastomères sont perméables, les gaz sous pression pénètrent dans le matériau d'étanchéité. Plus la pression est élevée, plus la quantité de gaz sous pression est élevée dans le joint. Si la pression ambiante autour du joint diminue rapidement, le gaz à l'intérieur du joint se dilate et s'échappe, ou des cloques se forment à la surface. Certaines de ces cloques peuvent éclater et endommager la surface. Ce processus est connu sous le nom de décompression explosive. La propension d'un joint d'étanchéité à subir des dommages dépend, par exemple, de la pression,

10 Analyse des dommages

du temps de décompression, du type de gaz, du type de matière et de la section du joint torique. Les dommages se produisent rarement en dessous de 30 bars. De manière générale, le dioxyde de carbone (CO₂) est davantage susceptible de provoquer l'apparition de cloques et la destruction de la surface que le dioxyde d'azote. Cependant, tout type de gaz comprimé peut provoquer ce type de destruction de la surface après une soudaine décompression (fig. 10.11).



Fig. 10.11 Joint torique endommagé à la suite d'une décompression explosive

Dans tous les cas où de tels dommages peuvent apparaître, la simple utilisation de joints toriques avec une section inférieure peut résoudre le problème, car cela permet de réduire la surface libre. Normalement, la tendance à l'apparition de cloques diminue à mesure que la dureté augmente.

Des matières présentant des taux de perméabilité aux gaz très élevés, telles que les matières à base de silicone, libèrent le gaz à l'intérieur plus rapidement en cas de décompression rapide que celles dont les taux de perméabilité aux gaz sont très faibles, telles que les matières à base de butyle.

Les matières suivantes offrent une bonne résistance à la décompression explosive : N0552-90 (NBR), KB163-90 (HNBR), V1238-95 (FKM) avec NORSOK M-710, respectivement certifiés selon la norme ISO 23936-2.

Mesures de prévention de la destruction des joints toriques par décompression explosive :

- Accroître le délai de décompression de façon à ce que le gaz qui s'est diffusé dans le joint d'étanchéité puisse s'échapper plus lentement.
- Diminuer la section.
- Choisir une matière de joint torique présentant une bonne résistance à la décompression explosive.

10.6 Abrasion

Les joints toriques utilisés dans les applications dynamiques sont sujets aux effets de la friction, et donc à l'abrasion. Les corrélations suivantes doivent être prises en compte dans ce contexte :

- La friction est proportionnelle à la compression de surface.
- L'abrasion est proportionnelle à la friction.
- L'accroissement de température du joint est proportionnel à la friction.

Les paramètres individuels doivent être pris en compte conformément au fluide utilisé afin d'atteindre un compromis optimal.

Dans les applications statiques, des dommages dus à l'abrasion peuvent apparaître en association avec une pression pulsée très élevée. La pression pulsée entraîne le déplacement du joint torique vers l'intérieur du logement, ce qui conduit à une abrasion élevée dans le cas d'une qualité de surface médiocre. Ce problème peut être résolu en atténuant la rugosité de surface.



Fig. 10.12 L'usure peut être observée sous la forme d'un aplatissement d'un côté du joint torique

10.7 Erreurs de montage

Pour garantir un comportement approprié des joints toriques sur de longues périodes de temps, les instructions suivantes doivent être suivies lors du montage afin d'éviter d'endommager les joints. Des erreurs de montage peuvent se produire dans les situations suivantes :

- Traction des joints toriques sur des arêtes vives et des filetages.
- Passage de chambres et d'alésages au travers de vannes d'arrêt.
- Utilisation de joints toriques surdimensionnés dans des applications de pistons/cylindres.
- Utilisation de joints toriques sous-dimensionnés dans les joints de tige (installation de joints toriques étirés, « effet de Gough-Joule »).
- Vrillage, cisaillement ou coupure du joint torique durant l'assemblage.
- Assemblage sans lubrification.
- Pénétration de corps étrangers

Les erreurs de montage peuvent être évitées en prenant les mesures suivantes :

- Adoucir les bords tranchants, utiliser des manchons de montage ou coller les filetages.
- Inclure un chanfrein d'entrée selon un angle compris entre 15° et 20°.
- S'assurer de la propreté durant l'assemblage.
- Utiliser de la graisse durant l'assemblage.
- Vérifier les dimensions du joint torique avant l'assemblage.
- Procéder à un assemblage soigneux.

Veuillez également suivre les instructions de montage fournies à la section 2.

11.1 Normes

11.1.1 Normes concernant les joints toriques

Industrie - Allemagne

DIN ISO 3601-1 : Transmissions hydrauliques et pneumatiques - Joints toriques - Partie 1 : Diamètres intérieurs, sections, tolérances et codes d'identification dimensionnelle (ISO 3601-1:2012 + Cor. 1:2012).

DIN 3771-1 : Systèmes de fluides, joints toriques. Cette norme contient des formats et des écarts admissibles de joints toriques avec une précision particulière pour les applications générales dans le cadre des systèmes de fluides. (remplacée par DIN ISO 3601-1).

DIN ISO 3601-2 : Transmissions hydrauliques et pneumatiques - Joints toriques - Partie 2 : Dimensions des logements pour applications générales (ISO 3601-2:2008).

DIN 3771-2 : Systèmes de fluides, joints toriques. Essais et marquage. Cette norme s'applique aux joints toriques à la norme DIN 3771 Partie 1, Essais et marquage. (remplacée par DIN ISO 3601-2).

DIN ISO 3601-3 : Transmissions hydrauliques et pneumatiques - Joints toriques - Partie 3 : Critères d'acceptation de qualité (ISO 3601-3:2005).

DIN 3771-3 : Systèmes de fluides, joints toriques. Domaine d'application, matériaux. Cette norme couvre les matériaux, leur gamme de dureté et les domaines d'application des joints toriques à la norme DIN 3771-1. (remplacée par DIN ISO 3601-3).

DIN ISO 3601-4 : Transmissions hydrauliques et pneumatiques - Joints toriques - Partie 4 : Bagues anti-extrusion (ISO 3601-4:2008).

DIN 3771-4 : Systèmes de fluides, joints toriques, critères d'acceptation de qualité, finition de surface et forme. Cette norme couvre les critères d'acceptation de qualité pour la finition de surface et la forme. (remplacée par DIN ISO 3601-4).

Aéronautique - Allemagne

DIN 65202 : Série aérospatiale - Joints toriques en élastomères - Dimensions. Cette norme spécifie les dimensions et les écarts limites pour les joints toriques (bagues d'étanchéité toriques) de

précision dimensionnelle spéciale, de préférence pour une utilisation dans des applications aérospatiales.

DIN 65203 : Série aérospatiale - Joints toriques en élastomères - Spécification technique.

International

ISO 3601-1 : Transmissions hydrauliques et pneumatiques - Joints toriques - Partie 1 : Diamètres intérieurs, sections, tolérances et codes d'identification dimensionnelle.

ISO 3601-3 : Transmissions hydrauliques et pneumatiques - Joints toriques - Partie 3 : Critères d'acceptation de qualité.

ISO 3601-5 : Transmissions hydrauliques et pneumatiques - Joints toriques - Partie 5 : Matériaux élastomères convenant pour applications industrielles.

Royaume-Uni

BS 1806 : Cette norme spécifie les dimensions (en pouces) pour les diamètres intérieurs et les sections, les tolérances admissibles et les jeux d'extrusion. Les dimensions de joints toriques sont identiques à celles de la série 2-xxx de Parker. Le tableau 11.1 indique les références croisées entre les différentes spécifications des normes européennes de joints toriques.

BS 4518 : cette norme spécifie les dimensions, les écarts et les jeux d'extrusion, pour lesquels les diamètres de section sont classés comme suit : 1,6, 2,4, 3,0, 5,7 et 8,4 mm.

France

Les normes françaises sont basées sur les propositions de la norme ISO 3601, Parties 1 à 3.

NF-T-47-501 est comparable à ISO 3601 Partie 1.

NF-T-47-502 est comparable à ISO 3601 Partie 2.

NF-T-47-503 est comparable à ISO 3601 Partie 3.

Les codes d'achat français R 1 à R 27 sont identiques aux tailles 5-578 à 5-606 de Parker. Les codes d'achat R 28 à R 88 sont identiques aux tailles 2-325 à 2-349 et 2-425 à 2-460 de Parker. Pour de plus amples détails, consultez les références croisées des codes européens de joints toriques, tableau 11.1.

Italie

Un comité de normalisation pour les joints et les tuyaux existe au sein de l'UNI et travaille sur une normalisation italienne des joints toriques. L'industrie continue à utiliser la spécification de la norme AS 568 B américaine. Dans certains domaines, les codes d'achat français R 1 à R 88 sont utilisés.

11 Annexe

Suède

Les joints toriques sont normalisés selon **les normes militaires suédoises** SMS 1586. Les sections 1,6/2,4/3,0/5,7 et 8,4 mm sont recommandées.

États-Unis

AS 568 B : (Aerospace Standard) publiée par la SAE (Society of Automotive Engineers) spécifie les dimensions et les tolérances. Les diamètres de section correspondent aux normes ISO 3601-1 et DIN 3771 Partie 1 (à moins de quelques centièmes de millimètre près). AS 568 B est lié à un code de dimension qui correspond aux dimensions standards de joints toriques Parker 2-xxx et 3-xxx. Le tableau 11.1 indique les références croisées des appellations et des dimensions des joints toriques utilisés en Europe.

11.1.2 Autres normes

DIN 7716 : Produits en ébonite et caoutchouc - Exigences envers le stockage, le nettoyage et l'entretien.

DIN 9088 : Série aérospatiale - Durées de stockage des produits en élastomères.

DIN 24320 : Fluides difficilement inflammables - Fluides hydrauliques des catégories HFAE et HFAS - Caractéristiques et exigences.

DIN 51524-1 : Fluides sous pression - Huiles hydrauliques - Partie 1 : Huiles hydrauliques HL - Exigences minimales.

DIN 51524-2 : Fluides sous pression - Huiles hydrauliques - Partie 2 : Huiles hydrauliques HLP - Exigences minimales.

DIN 51525 : Fluides hydrauliques - Huiles hydrauliques HLP - Exigences minimales. (remplacée par DIN 51524-2).

DIN EN 590 : Carburants pour automobiles - Carburants pour moteur diesel (gazole) - Exigences et méthodes d'essai ; version allemande EN 590:2009+A1:2010.

DIN 51601 : Combustibles liquides - Carburants pour moteur diesel (gazole) - Exigences minimales. (remplacée par DIN EN 590).

DIN 51603-1 : Combustibles liquides - Huiles combustibles - Partie 1 : Huiles combustibles EL, spécifications.

DIN 51603-3 : Combustibles liquides - Huiles combustibles - Partie 3 : Huiles combustibles S - Exigences minimales.

DIN 51603-4 : Combustibles liquides - Huiles combustibles - Partie 4 : Huiles combustibles R - Exigences minimales.

DIN 53603-5 : Combustibles liquides - Huiles combustibles - Partie 5 : Huiles combustibles SA - Exigences minimales.

DIN 53504 : Essai des élastomères - Détermination de la résistance à la rupture, de la résistance à la traction, de l'allongement à la rupture et des valeurs de contraintes dans l'essai de traction.

DIN 53512 : Essai pour caoutchouc et élastomères - Détermination de la résilience de rebondissement (pendule de Schob).

DIN ISO 4649 : Caoutchouc vulcanisé ou thermoplastique - Détermination de la résistance à l'abrasion à l'aide d'un dispositif à tambour tournant (ISO 4649:2010).

DIN 53516 : Essai du caoutchouc et des élastomères - Détermination de la résistance à l'abrasion. (remplacée par DIN ISO 4649).

DIN ISO 132 : Caoutchouc, vulcanisé ou thermoplastique - Détermination de la résistance au développement d'une craquelure (De Mattia) (ISO 132:2005).

DIN 53522 : Essai du caoutchouc et des élastomères - Essai de durée à flexion. (remplacée par DIN ISO 132).

DIN ISO 13226 : Caoutchouc - Élastomères de référence normalisés (SRE) pour la caractérisation de l'effet des liquides sur les caoutchoucs vulcanisés (ISO 13226:2005).

DIN 53538 : Essai des élastomères - Élastomères de référence normalisés ; spécification du comportement des produits à base d'huiles minérales sur des vulcanisats de caoutchouc nitrile. (remplacée par DIN ISO 13226).

DIN 53545 : Détermination du comportement à basse température - Principes et méthodes d'essai.

DIN ISO 34-1 : Caoutchouc vulcanisé ou thermoplastique - Détermination de la résistance au déchirement - Partie 1 : Éprouvettes pantalon, angulaire et croissant (ISO 34-1:2004), rectificatif à la norme DIN ISO 34-1:2004-07.

DIN ISO 48 : Caoutchouc vulcanisé ou thermoplastique - Détermination de la dureté (dureté comprise entre 10 DIDC et 100 DIDC) (ISO 48:2007).

DIN ISO 815-1 : Caoutchouc vulcanisé ou thermoplastique - Détermination de la déformation rémanente après compression - Partie 1 : À températures ambiantes ou élevées (ISO 815-1:2008).

DIN ISO 815-2 : Caoutchouc vulcanisé ou thermoplastique - Détermination de la déformation rémanente après compression - Partie 2 : À basses températures (ISO 815-2:2008).

DIN EN 10204 : Produits métalliques - Types de document de contrôle ; version allemande EN 10204:2004.

DIN ISO 1183-2 : Plastiques - Méthodes de détermination de la masse volumique des plastiques non alvéolaires - Partie 2 : Méthode de la colonne à gradient de masse volumique (ISO 1183-2:2004); version allemande EN ISO 1183-2:2004.

DIN ISO 1629 : Caoutchouc et latex - Nomenclature (ISO 1629:1995).

DIN ISO 1817 : Caoutchouc vulcanisé - Détermination de l'action des liquides (ISO 1817:2005).

DIN ISO 2285 : Caoutchouc vulcanisé ou thermoplastique - Détermination de la déformation rémanente sous allongement constant et de la déformation rémanente, de l'allongement et du fluage sous charge constante de traction (ISO/DIS 2285:2012).

DIN ISO 2859-1: Règles d'échantillonnage pour les contrôles par attributs - Partie 1 : procédures d'échantillonnage pour les contrôles lot par lot, indexés d'après le niveau de qualité acceptable (NQA) (ISO 2859-1:1999 incluant le rectificatif technique 1:2001), rectificatif à la norme DIN ISO 2859-1:2004-01.

DIN ISO 3302-1: Caoutchouc - Tolérances pour produits - Partie 1 : Tolérances dimensionnelles (ISO 3302-1:1996).

VDMA 24317 : Systèmes de fluides - Fluides hydrauliques difficilement inflammables - Exigences techniques minimales.

LN 9214 : Aéronautique et espace - joints d'étanchéité torques pour raccords de tuyaux rigides, sans soudures avec bague d'ancrage.

ASTM D 395 : Méthodes d'essai standard pour les propriétés du caoutchouc - Déformation rémanente après compression.

ASTM D 412a : Méthodes d'essai standard pour les propriétés du caoutchouc sous tension.

ASTM D 471a : Méthode d'essai standard pour les propriétés du caoutchouc – effet sur les liquides .

ASTM D 1329 : Méthode d'essai standard pour les propriétés du caoutchouc – rétractation à des températures inférieures (Test TR).

11.2 Références croisées des tailles

N° Parker	MIL-P-5516, Classe B N°	B.S. 1806 N°	N° code R.-U.	N° code FR
2-004	-	-004	-	-
2-005	-	-005	-	-
2-006	AN6227B-1	-006	R. 101	AN-1
2-007	AN6227B-2	-007	R. 102	AN-2
2-008	AN6227B-3	-008	R. 103	AN-3
2-009	AN6227B-4	-009	R. 104	AN-4
2-010	AN6227B-5	-010	R. 105	AN-5
2-011	AN6227B-6	-011	R. 107	AN-6
2-012	AN6227B-7	-012	R. 110	AN-7
2-013	-	-013	-	-
2-014	-	-014	-	-
2-015	-	-015	-	-
2-016	-	-016	-	-
2-017	-	-017	-	-
2-018	-	-018	-	-
2-019	-	-019	-	-
2-020	-	-020	-	-
2-021	-	-021	-	-
2-022	-	-022	-	-
2-023	-	-023	-	-
2-024	-	-024	-	-
2-025	-	-025	-	-
2-026	-	-026	-	-
2-027	-	-027	-	-
2-028	-	-028	-	-
2-110	AN6227B-8	-110	R. 111	AN-8
2-111	AN6227B-9	-111	R. 113	AN-9
2-112	AN6227B-10	-112	R. 116	AN-10
2-113	AN6227B-11	-113	R. 118	AN-11
2-114	AN6227B-12	-114	R. 120	AN-12
2-115	AN6227B-13	-115	R. 122	AN-13
2-116	AN6227B-14	-116	R. 124	AN-14
2-117	-	-117	R. 127	-
2-118	-	-118	R. 130 ¹⁾	-
2-119	-	-119	R. 132 ¹⁾	-
2-120	-	-120	-	-
2-121	-	-121	-	-
2-122	-	-122	-	-
2-123	-	-123	-	-
2-124	-	-124	-	-
2-125	-	-125	-	-
2-126	-	-126	-	-
2-127	-	-127	-	-
2-128	-	-128	-	-

11 Annexe

N° Parker	MIL-P-5516, Classe B N°	B.S. 1806 N°	N° code R.-U.	N° code FR	N° Parker	MIL-P-5516, Classe B N°	B.S. 1806 N°	N° code R.-U.	N° code FR
2-129	-	-129	-	-	2-233	AN6230B-11	-233	R. 176 ¹⁾	-
2-130	-	-130	-	-	2-234	AN6230B-12	-234	-	-
2-131	-	-131	-	-	2-235	AN6230B-13	-235	-	-
2-132	-	-132	-	-	2-236	AN6230B-14	-236	-	-
2-133	-	-133	-	-	2-237	AN6230B-15	-237	-	-
2-134	-	-134	-	-	2-238	AN6230B-16	-238	-	-
2-135	-	-135	-	-	2-239	AN6230B-17	-239	-	-
2-136	-	-136	-	-	2-240	AN6230B-18	-240	-	-
2-137	-	-137	-	-	2-241	AN6230B-19	-241	-	-
2-138	-	-138	-	-	2-242	AN6230B-20	-242	-	-
2-139	-	-139	-	-	2-243	AN6230B-21	-243	-	-
2-140	-	-140	-	-	2-244	AN6230B-22	-244	-	-
2-141	-	-141	-	-	2-245	AN6230B-23	-245	-	-
2-142	-	-142	-	-	2-246	AN6230B-24	-246	-	-
2-143	-	-143	-	-	2-247	AN6230B-25	-247	-	-
2-144	-	-144	-	-	2-248	AN6230B-26	-248	-	-
2-145	-	-145	-	-	2-249	AN6230B-27	-249	-	-
2-146	-	-146	-	-	2-250	AN6230B-28	-250	-	-
2-147	-	-147	-	-	2-251	AN6230B-29	-251	-	-
2-148	-	-148	-	-	2-252	AN6230B-30	-252	-	-
2-149	-	-149	-	-	2-253	AN6230B-31	-253	-	-
2-210	AN6227B-15	-210	R. 125	AN-15	2-254	AN6230B-32	-254	-	-
2-211	AN6227B-16	-211	R. 126	AN-16	2-255	AN6230B-33	-255	-	-
2-212	AN6227B-17	-212	R. 129	AN-17	2-256	AN6230B-34	-256	-	-
2-213	AN6227B-18	-213	R. 131	AN-18	2-257	AN6230B-35	-257	-	-
2-214	AN6227B-19	-214	R. 133	AN-19	2-258	AN6230B-36	-258	-	-
2-215	AN6227B-20	-215	R. 135	AN-20	2-259	AN6230B-37	-259	-	-
2-216	AN6227B-21	-216	R. 136	AN-21	2-260	AN6230B-38	-260	-	-
2-217	AN6227B-22	-217	R. 137	AN-22	2-261	AN6230B-39	-261	-	-
2-218	AN6227B-23	-218	R. 138	AN-23	2-262	AN6230B-40	-262	-	-
2-219	AN6227B-24	-219	R. 139	AN-24	2-263	AN6230B-41	-263	-	-
2-220	AN6227B-25	-220	R. 140	AN-25	2-264	AN6230B-42	-264	-	-
2-221	AN6227B-26	-221	R. 141	AN-26	2-265	AN6230B-43	-265	-	-
2-222	AN6227B-27	-222	R. 142	AN-27	2-266	AN6230B-44	-266	-	-
2-223	AN6230B-1	-223	R. 146 ¹⁾	-	2-267	AN6230B-45	-267	-	-
2-224	AN6230B-2	-224	R. 149 ¹⁾	-	2-268	AN6230B-46	-268	-	-
2-225	AN6230B-3	-225	R. 152 ¹⁾	-	2-269	AN6230B-47	-269	-	-
2-226	AN6230B-4	-226	R. 155 ¹⁾	-	2-270	AN6230B-48	-270	-	-
2-227	AN6230B-5	-227	R. 158 ¹⁾	-	2-271	AN6230B-49	-271	-	-
2-228	AN6230B-6	-228	R. 161 ¹⁾	-	2-272	AN6230B-50	-272	-	-
2-229	AN6230B-7	-229	R. 164 ¹⁾	-	2-273	AN6230B-51	-273	-	-
2-230	AN6230B-8	-230	R. 167 ¹⁾	-	2-274	AN6230B-52	-274	-	-
2-231	AN6230B-9	-231	R. 170 ¹⁾	-	2-325	AN6227B-28	-325	R. 143	R-28
2-232	AN6230B-10	-232	R. 173 ¹⁾	-	2-326	AN6227B-29	-326	R. 145	R-29

N° Parker	MIL-P-5516, Classe B N°	B.S. 1806 N°	N° code R.-U.	N° code FR
2-327	AN6227B-30	-327	R. 148	R-30
2-328	AN6227B-31	-328	R. 151	R-31
2-329	AN8227B-32	-329	R. 154	R-32
2-330	AN6227B-33	-330	R. 157	R-33
2-331	AN6227B-34	-331	R. 160	R-34
2-332	AN6227B-35	-332	R. 163	R-35
2-333	AN6227B-36	-333	R. 166	R-36
2-334	AN6227B-37	-334	R. 169	R-37
2-335	AN6227B-38	-335	R. 172	R-38
2-336	AN6227B-39	-336	R. 175	R-39
2-337	AN6227B-40	-337	R. 179	R-40
2-338	AN6227B-41	-338	R. 180	R-41
2-339	AN6227B-42	-339	R. 182	R-42
2-340	AN6227B-43	-340	R. 183	R-43
2-341	AN6227B-44	-341	R. 184	R-44
2-342	AN8227B-45	-342	R. 186	R-45
2-343	AN6227B-46	-343	R. 187	R-46
2-344	AN6227B-47	-344	R. 188	R-47
2-345	AN6227B-48	-345	R. 190	R-48
2-346	AN6227B-49	-346	R. 191	R-49
2-347	AN6227B-50	-347	R. 192	R-50
2-348	AN6227B-51	-348	R. 194	R-51
2-349	AN6227B-52	-349	R. 195	R-52
2-425	AN6227B-88	-425	R. 196	R-53
2-426	AN6227B-53	-426	R. 198	R-54
2-427	AN6227B-54	-427	R. 200	R-55
2-428	AN6227B-55	-428	R. 202	R-56
2-429	AN6227B-56	-429	R. 205	R-57
2-430	AN6227B-57	-430	R. 207	R-58
2-431	AN6227B-58	-431	R. 209	R-59
2-432	AN6227B-59	-432	R. 212	R-60
2-433	AN6227B-60	-433	R. 214	R-61
2-434	AN6227B-61	-434	R. 216	R-62
2-435	AN6227B-62	-435	R. 218	R-63
2-436	AN6227B-63	-436	R. 220	R-64
2-437	AN6227B-64	-437	R. 222	R-65
2-438	AN6227B-65	-438	R. 224	R-66
2-439	AN6227B-66	-439	R. 227	R-67
2-440	AN6227B-67	-440	R. 230	R-68
2-441	AN6227B-68	-441	R. 232	R-69
2-442	AN6227B-69	-442	R. 234	R-70
2-443	AN6227B-70	-443	R. 236	R-71
2-444	AN6227B-71	-444	R. 238	R-72
2-445	AN6227B-72	-445	R. 240	R-73

N° Parker	MIL-P-5516, Classe B N°	B.S. 1806 N°	N° code R.-U.	N° code FR
2-446	AN6227B-73	-446	R. 242	R-74
2-447	AN6227B-74	-447	R. 244	R-75
2-248	AN6227B-75	-248	R. 246	R-76
2-249	AN6227B-76	-249	R. 248	R-77
2-450	AN6227B-77	-450	R. 250	R-78
2-451	AN6227B-78	-451	R. 252	R-79
2-452	AN6227B-79	-452	R. 254	R-80
2-453	AN6227B-80	-453	R. 256	R-81
2-454	AN6227B-81	-454	R. 257	R-82
2-455	AN6227B-82	-455	R. 258	R-83
2-456	AN6227B-83	-456	R. 259	R-84
2-457	AN6227B-84	-457	R. 260	R-85
2-458	AN6227B-85	-458	R. 261	R-86
2-459	AN6227B-86	-459	R. 262	R-87
2-460	AN6227B-87	-460	R. 263	R-88

Tab. 11.1 Liste des références croisées - Tailles et codes européens de joints toriques

11 Annexe

N° Parker	N° code R.-U.
5-052	R. 106 ¹⁾
5-612	R. 108
2-110	R. 109 ¹⁾
5-614	R. 112
5-613	R. 114
5-615	R. 115
5-616	R. 117
5-243	R. 119 ¹⁾
5-617	R. 121
5-256	R. 123 ¹⁾
2-117	R. 128
5-618	R. 134 ¹⁾
5-321	R. 144
5-332	R. 147
5-035	R. 150 ¹⁾
5-701	R. 153
5-037	R. 156 ¹⁾
5-702	R. 162
5-039	R. 165 ¹⁾
5-703	R. 168
5-361	R. 171 ¹⁾
5-704	R. 174
5-705	R. 177
2-350	R. 199 ¹⁾
2-351	R. 201 ¹⁾
2-352	R. 203 ¹⁾
2-353	R. 206 ¹⁾
2-354	R. 208 ¹⁾
2-355	R. 210 ¹⁾
2-356	R. 213 ¹⁾
2-357	R. 215 ¹⁾
2-358	R. 217 ¹⁾
2-359	R. 219 ¹⁾
2-360	R. 221 ¹⁾
5-064	R. 226 ¹⁾
5-434	R. 233 ¹⁾
5-445	R. 241 ¹⁾
5-474	R. 253 ¹⁾

Tab. 11.2 N° Parker et n° de codes R.-U. - Tailles et codes de joints toriques

N° Parker	N° code FR
5-578	R-1
5-579	R-2
5-580	R-3
5-581	R-4
5-582	R-5
5-583	R-5a
5-584	R-6
5-585	R-6a
5-586	R-7
5-587	R-8
5-588	R-9
5-589	R-10
5-590	R-11
5-591	R-12
5-592	R-13
5-593	R-14
5-594	R-15
5-595	R-16
5-596	R-17
5-597	R-18
5-598	R-19
5-599	R-20
5-600	R-21
5-601	R-22
5-602	R-23
5-603	R-24
5-604	R-25
5-605	R-26
5-606	R-27

¹⁾ Ces joints toriques peuvent varier légèrement en taille, mais cela n'a aucune incidence sur leur utilisation pour la plupart des applications.

Tab. 11.3 N° Parker et n° de codes FR - Tailles et codes de joints toriques

11.3 Tableau des compatibilités avec les fluides

Les recommandations relatives à la résistance des fluides sont basées sur les données d'essais et d'expérience sur le terrain actuellement disponibles et elles sont conçues comme des propositions de solutions techniques. Par conséquent, les utilisateurs doivent tester les conceptions techniques et approuver leur perti-

nence selon leurs conditions de fonctionnement spécifiques. Parker n'offre aucune garantie générale concernant la forme, les circonstances de l'installation ou de la fonction d'un produit dans toute application.

¹⁾ Indice de compatibilité : 1 = satisfaisante, 2 = moyenne, 3 = conditionnelle, 4 = insatisfaisante, espace vide = données insuffisantes

Indice de compatibilité ¹⁾	Matière Parker	statique et dynamique													statique		
		HNBR	NBR	EPDM	FKM	FKM (HiFluor [®])	FFKM (Parofluor [®])	CR	SBR	ACM	TPU	IR	BR	NR	CSM (Hypalon)	FVMQ	VMQ
A																	
Acétaldéhyde	E0540-80	3	3	2	4	3	1	3	3	4	4	2	2	2	3	4	2
Acétamide	C0557-70	1	1	1	3	1	1	1	4	4	4	2	4	4	2	1	2
Acétoacétique, ester	E0540-80	4	4	2	4	1	1	4	3	4	4	2	3	3	4	4	2
Acétone	E0540-80	4	4	1	4	2	1	4	4	4	4	1	4	4	3	4	4
Acétophénone	E0540-80	4	4	1	4	1	1	4	4	4	4	1		4	4	4	3
Acétylacétone	E0540-80	4	4	1	4	2	1	4	4	4	4	1	4	4	4	4	4
Acétyle, chlorure	V0747-75	4	4	4	1	1	1	4	4	4	4	4	4	4	4	1	3
Acétylène	E0540-80	1	1	1	1	1	1	2	2			1	2	2	2		2
Acide acétique, acide acétique glacial (conc.)	E0540-80	3	3	1	4	1	1	4	3	4	4	3		3	4	1	1
Acide acétique, chaud (haute pression)	V8920-75	4	4	3	4	1	1	4	4	4	4	4	4	4	3	4	3
Acide lactique, chaud	V0747-75	4	4	4	1	1	1	4	4	4		4	4	4	3	2	
Acide lactique, froid	N0674-70	1	1	1	1	1	1	1	1	4		1	1	1	1	1	
Acide linoléique	S0604-70	2	2	4	2	1	1	2	4			4	4	4	4		2
Acides gras	V0747-75	2	2	3	1	1	1	2	4			3	4		4		
Acides naphthaliques	V0747-75	2	2	4	1	1	1	4	4			4	4	4	4	1	4
Acrylonitrile	V3819-75	4	4	4	4	1	1	3	4	4	4	4		4	4	4	3
AdBlue [®] , solution aqueuse d'urée	N8907-75	1	3	1	4	4	1	4	4	4							
AdBlue [®] , solution aqueuse d'urée	E8867-60	1	3	1	4	4	1	4	4	4							
Adipique, acide, aqueux	N0674-70	1	1	1	1	1	1	1	1	4	4	1		1	1	1	2
Aero Lubriplate [®]	N0674-70	1	1	4	1	1	1	1	2	1	1	4	4	4	1	1	2
Aero Shell Fluid 4 (41)	N0756-75	1	1	4	1	1	1	4	4	2	2	4	4	4	2	1	4
Aero Shell IAC	N0674-70	1	1	4	1	1	1	2	4	1	1	4	4	4	1	1	2
Aero Shell 17, lubrifiant	N0674-70	1	1	4	1	1	1	2	4	1	1	4	4	4	1	1	2
Aero Shell 750	V0747-75	2	2	4	1	1	1	4	4	2	4	4	4	4	4	2	4
Aero Shell 7A, lubrifiant	N0674-70	1	1	4	1	1	1	2	4	1	1	4	4	4	1	1	2
Aerosafe 2300	E0540-80	4	4	1	4	1	1	4	4	4	4	2	4	4	4	3	3
Aerosafe 2300W	E0540-80	4	4	1	4	1	1	4	4	4	4	2	4	4	4	3	3
Aerozine 50 (50 % d'hydrazine, 50 % UDMH)	E0540-80	3	3	1	4	1	1	4	4		4	1	4	4	4	4	4
Air (altération à long terme)	E0540-80	3	3	1	1	1	1	1	3	1	3	1		3	1	1	1
Air, 260 °C	S0604-70	4	4	4	3	1	1	4	4	4	4	4	4	4	4	4	2
Air, sans huile, 100 °C	E0540-80	1	1	1	1	1	1	1	2	1	2	1	2	2	1	1	1
Air, sans huile, 150 °C	S0604-70	2	2	2	1	1	1	2	4	2	3	2	4	4	2	1	1
Air, sans huile, 200 °C	S0604-70	4	4	4	1	1	1	4	4	4	4	4	4	4	4	2	1
Alcool de bois (méthanol)	N0674-70	1	1	1	4	1	1	1	1	4	4	1	1	1	1	1	1
Alcool de butyle tertiaire	V0747-75	2	2	2	1	1	1	2	2	4	4	2	2	2	2	2	2
Aldéhyde, butanal	V8920-75	4	4	3	4		1	4	4	4	4	4	4	4		4	4
Alimentation en air comprimé	N0674-70	1	1	4	1	1	1	1	4	4	1	1	4	4	1	4	4

11 Annexe

Indice de compatibilité ⁽¹⁾	Matière Parker	statique et dynamique														statique		
		HNBR	NBR	EPDM	FKM	FKM (HiFluor [®])	FFKM (Parofluor [®])	CR	SBR	ACM	TPU	IIR	BR	NR	CSM (Hypalon)	FVMQ	VMQ	
Alkazène (R) (Dibromométhylbenzène)	V0747-75	4	4	4	2	1	1	4	4	4	4	4	4	4	4	2	4	
Aluminium, acétate, aqueux	E0540-80	1	1	1	4	1	1	1	3	4	4	1	1	3	4	4		
Aluminium, bromure	N0674-70	1	1	1	1	1	1	1	1	3	1	1	1	1	1	1		
Aluminium, chlorure, aqueux	N0674-70	1	1	1	1	1	1	1	4	4	1	1	1	1	1	1		
Aluminium, fluorure, aqueux	N0674-70	1	1	1	1	1	1	1	4	4	1	1	1	1	1	1		
Aluminium, nitrate, aqueux	N0674-70	1	1	1	1	1	1	1	4	4	1	1	1	1	1	1		
Aluminium, phosphate, aqueux	N0674-70	1	1	1	1	1	1	1	4	4	1	1	1	1	1	1		
Aluminium, sulfate	N0674-70	1	1	1	1	1	1	2	4	4	1	1	1	1	1	1		
Aluns	N0674-70	1	1	1	1	1	1	1	4	1	1	1	1	1	1	1		
Ambrex 33 (mobile)	N0674-70	1	1	4	1	1	1	2	4	1	2	4	4	4	3	3	4	
Ambrex 830 (mobile)	N0674-70	1	1	3	1	1	1	2	4	1	1	3	4	4	2	1	2	
Amine, mélange	C0557-70	4	4	2	4	2	1	2	2	4	4	2	2	2	4	4	2	
Ammoniac gazeux, chaud	C0557-70	1	4	1	4	4	1	1	4	4	4	4	4	4	3	4	2	
Ammoniac gazeux, froid	C0557-70	1	1	1	4	3	1	1	1	4	4	1	1	1	1	4	1	
Ammoniac liquide, anhydre	C0557-70	1	2	1	4	3	1	1	4	4	4	1	4	4	4	4	2	
Ammonium, carbonate, aqueux	C0557-70	2	2	1	3	1	1	1	1	4	4	1	1	1	1	2	2	
Ammonium, chlorure	E0540-80	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	
Ammonium, chlorure, aqueux	N0674-70	1	1	1	3	1	1	1	1	4	4	1	1	1	1	2	2	
Ammonium, chlorure, concentration de molaire 2	N0674-70	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
Ammonium, chlorure, concentration de molaire 3	E0540-80	1	1	1	2	1	1	1	2	4	4	1	2	2	1	1	1	
Ammonium, hydroxyde, concentré	E0540-80	4	4	1	3	2	1	1	3	4	4	1	3	3	1	1	1	
Ammonium, nitrate	N0674-70	1	1	1	1	1	1	1	1	4	1	1	1	1	1	1	1	
Ammonium, nitrate, concentration de molaire 2	N0674-70	1	1	1	1	1	1	1	1	4	1	1	1	1	1	1	1	
Ammonium, persulfate	E0540-80	4	4	1	1	1	1	1	4	4	4	1	4	4	1	1	1	
Ammonium, persulfate, aqueux	E0540-80	4	4	1	3	1	1	1	4	4	4	1	4	4	1	1	1	
Ammonium, persulfate, solution	E0540-80	4	4	1	1	1	1	1	4	4	4	1	4	4	1	1	1	
Ammonium, phosphate	N0674-70	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
Ammonium, phosphate, primaire	N0674-70	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
Ammonium, sels	N0674-70	1	1	1	3	1	1	1	1	3	1	1	1	1	3	1	1	
Ammonium, sulfate	N0674-70	1	1	1	4	1	1	1	2	4	1	1	1	1	1	1	1	
Ammonium, sulfure	N0674-70	1	1	1	4	1	1	1	2	4	1	1	1	1	1	1	1	
Amyle, acétate	E0540-80	4	4	1	4	1	1	4	4	4	4	1	3	4	4	4	4	
Amyle, alcool	E0540-80	3	3	1	1	1	1	1	1	4	4	1	1	1	1	1	3	
Amyle, borate	N0674-70	1	1	4	1	1	1	1	4	1	4	4	4	4	4	4	4	
Amyle, chloronaphtalène	V0747-75	4	4	4	1	1	1	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	
Amyle, chlorure	V0747-75	4	4	4	1	1	1	4	4	4	4	4	4	4	4	3	4	
Amyle, naphtalène	V0747-75	4	4	4	1	1	1	4	4	4	4	4	4	4	4	1	4	
Anderol, L774 (diester)	V0747-75	2	2	4	1	1	1	4	4	2	4	4	4	4	4	2	4	
Anderol, L826	V0747-75	2	2	4	1	1	1	4	4	2	4	4	4	4	4	2	4	
Anderol, L826	V0747-75	2	2	4	1	1	1	4	4	2	4	4	4	4	4	2	2	
Ang-25 (base diester) (TG 749)	V0747-75	2	2	4	1	1	1	4	4	2	4	4	4	4	4	2	2	
Ang-25 (ester de glycérol)	E0540-80	2	2	1	1	1	1	2	2	4	4	2	2	2	2	2	2	
Anhydride acétique	C0557-70	4	4	1	4	1	1	1	3	4	4	1	1	1	1	4	4	
Aniline, chlorhydrate	E0540-80	2	2	2	2	1	1	4	3	4	4	2	4	2	4	2	3	
Aniline, colorants	E0540-80	4	4	2	2	1	1	2	2	4	4	2	2	2	2	2	3	
Aniline, huile (aniline)	E0540-80	4	4	1	1	1	1	4	3	4	4	1	3	4	1	1	1	

Indice de compatibilité ¹⁾	Matière Parker	statique et dynamique														statique		
		HNBR	NBR	EPDM	FKM	FKM (HiFluor®)	FFKM (Parofluor®)	CR	SBR	ACM	TPU	IIR	BR	NR	CSM (Hypalon)	FVMQ	VMQ	
AN-O-366	N0674-70	1	1	4	1	1	1	2	4	1	1	4	4	4	2	1	4	
Ansul, éther 161 ou 181	V3819-75	3	3	3	4	1	1	4	4	4	2	3	4	4	4	3	4	
AN-W-O-366b, fluide hydraulique	N0674-70	1	1	4	1	1	1	2	4	2	2	4	4	4	2	1	4	
Argent, nitrate	E0540-80	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
Argent, nitrate, aqueux	E0540-80	3	3	1	1	1	1	1	1	4	4	1		1	1	1	1	
Argon	N0674-70	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
Aroclor, 1248	V0747-75	3	3	2	1	1	1	4	4	4		2	4	4	4	2	2	
Aroclor, 1254	V0747-75	4	4	2	1	1	1	4	4	4		4	4	4	4	2	3	
Aroclor, 1260	V0747-75	1	1		1	1	1	1	1	4		1	1	1	1	1	1	
Aromatiques, carburants 50 % (carburant C)	V0747-75	2	2	4	1	1	1	4	4	4	4	4	4	4	4	2	4	
Arsenic, acide (trichlorure d'arsenic), aqueux	E0540-80	1	1	1	1	1	1	1	1	4	4	1		1	1	1	1	
Ascorbique, acide	V3819-75					1	1											
Askarels (par ex. : clophène, PCB, Aroclor, Nopolin)	V0747-75	2	2	4	1	1	1	4	4	4	4	4	4	4	4	2	4	
Asphalte	V0747-75	2	2	4	1	1	1	2	4	2	2	4	4	4	4	2	4	
ASTM, carburant de référence A	N0674-70	1	1	4	1	1	1	3	4	1	1	4		4	3	1	4	
ASTM, carburant de référence B	N0674-70	2	1	4	1	1	1	4	4	4	3	4		4	4	1	4	
ASTM, carburant de référence C	V0747-75	4	4	4	1	1	1	4	4	4	4	4		4	4	1	4	
ASTM, huile n° 1	N0674-70	1	1	4	1	1	1	1	4	1	3	4		4	1	1	1	
ASTM, huile n° 3	N0674-70	1	1	4	1	1	1	4	4	1	3	4		4	4	1	4	
ASTM, huile n° 4	V0747-75	2	2	4	1	1	1	4	4	2	4	4	4	4	4	2	4	
ATF, huile	N0674-70	1	1	4	1	1	1	2	4	1	2	4	4	4	3		4	
ATF, huile	AE607-60	1	2	4	1	1	1		4	1		4	4	4				
ATF, huile	AE608-70	1	2	4	1	1	1		4	1		4	4	4				
ATF, huile	A8845-70	1	2	4	1	1	1		4	1		4	4	4				
ATL-857	V0747-75	2	2	4	1	1	1	4	4	2	4	4	4	4	4	2	4	
Atlantic dominion F	N0674-70	1	1	4	1	1	1	4	4	1	2	4	4	4	4	1	4	
Aurex 903R (mobile)	N0304-75	1	1	4	1	1	1	2	4	1	1	4	4	2	4	4	4	
Azote	C0557-70	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1		1	1	1	1	
Azote tétraoxyde (N2O4)	V3860-75	4	4	4	4	1	1	4	4	4	4	4		4	4	4	4	
Azote, gazeux	N0674-70	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
Azote, liquide	N0674-70	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
B																		
Bac de développement (photo)	N0674-70	1	1	2	1	1	1	1	2			2	2	1	1	1		
Bacon, graisse animale (voir huile animale)	N0674-70	1	1	2	1	1	1	2	4	1	1	2	4	4	4	1	2	
Bains de galvanoplastie pour le chrome	V0747-75				1	1	1		4			1		4	4		4	
Bains de galvanoplastie pour les autres métaux	E0540-80	1	1	1	1	1	1					1		1		4		
Bardol B	V0747-75	4	4	4	1	1	1	4	4	4	4	4	4	4	4	2	4	
Baryum, chlorure, aqueux	N0674-70	1	1	1	1	1	1	1	1	4	4	1		1	1	1	1	
Baryum, hydroxyde, aqueux	N0674-70	1	1	1	1	1	1	1	1	4	4	1		1	1	1	1	
Baryum, sels	N0674-70	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
Baryum, sulfure	N0674-70	1	1	1	1	1	1	1	2	4	1	1	2	1	1	1	1	
Bayol 35	N0674-70	1	1	4	1	1	1	2	4	1	2	4	4	4	4	1	4	
Bayol D	N0674-70	1	1	4	1	1	1	2	4	1	4	4	4	4	4	1	4	
Benzaldéhyde (huile d'amande amère)	E0540-80	4	4	1	4	1	1	4	4	4	4	1		4	4	3	1	
Benzène	V0747-75	4	4	4	1	1	1	4	4	4	4	4		4	4	1	4	
Benzènesulfonique, acide, 10 %	V0747-75				1	1	1	1						1	3			

11 Annexe

Indice de compatibilité ⁽¹⁾	Matière Parker	statique et dynamique														statique		
		HNBR	NBR	EPDM	FKM	FKM (HiFluor®)	FFKM (Parofluor®)	CR	SBR	ACM	TPU	IIR	BR	NR	CSM (Hypalon)	FVMQ	VMQ	
Benzine	N0674-70	1	1	4	1	1	1	2	4	1	2	4	4	4	3	1	4	
Benzoate (benzoate de benzyle)	V0747-75	4	4	4	1	1	1	4	4	4	4	2	4	4	4	1		
Benzoïque, acide, aqueux	V0747-75	4	4	4	1	1	1	4	4	4	4	4		4	4	1	4	
Benzophénone	V0747-75			3	1	1	1		4	4	4	3		4		1		
Benzoyle, benzoate (benzoate)	V0747-75	4	4	2	1	1	1	4	4	4		2	4	4	4	1		
Benzoyle, chlorure	V0747-75	4	4	1	1	1	1	4	4	4		2	4	4	4	1		
Benzyle, alcool	V0747-75	4	4	1	1	1	1	3	2	4	4	1		2	3	1	1	
Benzyle, chlorure	V0747-75	4	4	4	1	1	1	4	4	4	4	4		4	4	1	4	
Beurre	N8551-75	1	1	4	1	1	1	4	4	4	4	4		4	4	1	1	
Bière	E8743-70	1	1	1	1	1	1	1	1	4	4	1		1	1	1	1	
Bisulfate, lessive	E0540-80	3	3	1	1	1	1	1	3	4	4	1		3	1	2	2	
Black Point 77	N0674-70	1	1	1	1	1	1	3	3	3	3	1	3	3	3	3	3	
BlowBy, condensat/acide acétique (Ph1, Ph2, PH3, Ph9)	V8892-70	2	2	4	1	1	1					4	4	4				
BlowBy, condensat/acide acétique (Ph1, Ph2, PH3, Ph9)	V8722-75	2	2	4	1	1	1					4	4	4				
BlowBy, condensat/acide acétique (Ph1, Ph2, PH3, Ph9)	V8855-60	2	2	4	1	1	1					4	4	4				
Borax	E0540-80	2	2	1	1	1	1	4	2	2	1	1	2	2	4	2	2	
Borax, aqueux	N0674-70	1	1	1	1	1	1	1	1	4	4	1		1	1	1	1	
Bordelaise, bouillie	E0540-80	2	2	1	1	1	1	2	2	4	4	1	2	2	1	2	2	
Bordelaise, bouillie	E0540-80	2	2	1	1	1	1	2	2	4	4	1	2	2	1	2	2	
Borique, acide, 10 %	N0674-70	1	1	1	1	1	1	1	1	4	4	1		1	1	1	3	
Boron, fluide (HEF)	V0747-75	2	2	4	1	1	1	4	4	4	4	4	4	4	4	2	4	
Brandy, eau de fruits	N8551-75	1	1	1	1	1	1	1	1	4	4	1		1	1	1	1	
Bray GG-130	V0747-75	2	2	4	1	1	1	4	4	2	4	4	4	4	4	2	4	
Brayco 719-R (W-H-910)	E0540-80	3	3	1	4	1	1	2		4	4	2	2	2	2	2	2	
Brayco 885 (MIL-L-6085A)	V0747-75	2	2	4	1	1	1	4	4	2	1	4	4	4	4	2	4	
Brayco 910	E0540-80	2	2	1	4			2	2	3	3	1	1	1	1	4	4	
Bret 710	E0540-80	2	2	1	4	1	1	2	2	3	3	1	1	1	1	4	4	
Brome, eau, saturée	V0747-75	4	4	3	1	1	1	4	4	4	4	4		4	4	3	4	
Brome, liquide	V0747-75	4	4	4	1	1	1	4	4	4	4	4		4	4	3	4	
Bromhydrique, acide, 40 %	E0540-80	4	4	1	1	1	1	2	4	4	4	1	4	1	1	3	4	
Bromhydrique, acide, aqueux	E0540-80	4	4	1	1	1	1	3	4	4	4	1		3	1	4	4	
Bromobenzène	V0747-75	4	4	4	1	1	1	4	4	4	4	4	4	4	4	2	4	
Bromochlorométhane	V0747-75	4	4	2	1	1	1	4	4	4	4	2	4	4	4	2	4	
Bromochlorotrifluoroethane	V0747-75	4	4	4	1	1	1	4	4	4	4	4	4	4	4	2	4	
Butadiène (monomère)	V0747-75	4	4	4	1	1	1	4	4	4	4	4	4		4	1	4	
Butane, 2,2-diméthyl-	N0674-70	1	1	4	1	1	1	2	3	1	4	4	4	4	2	1	4	
Butane, gaz butane	N0674-70	1	1	4	1	1	1	1	4	1	1	4		4	3	1	4	
Butanol (alcool de n-butyle)	N0674-70	1	1	2	1	1	1	1	1	4	4	2		1	1	2	4	
Butanol (cétone d'éthyle de méthyle, MEK)	E0540-80	4	4	1	4	1	1	4	4	4	4	1	4	4	4	4	4	
Butylamine	S0604-70	3	3	4	4		1	4	4	4	4	4	4	4	4	4	2	
Butylcarbitol	E0540-80	4	4	1	3	1	1	3	4	4		1	4	4	4	4	4	
Butylcellosolve, adipates	E0540-80	4	4	2	2	1	1	4	4	4	4	2	4	4	4	2	2	
Butyle, acétate	E0540-80	4	4	1	4	1	1	4	4	4	4	1		4	4	4	4	
Butyle, acétyl rizinoleate	E0540-80	3	3	1	1	1	1	3	4			1				3		
Butyle, acrylate	V3819-75	4	4	4	4	1	1	4	4	4		4	4	4	4	4		
Butyle, alcool (butanol)	N0674-70	1	1	2	1	1	1	1	1	4	4	2	1	1	1	1	2	

Indice de compatibilité ¹⁾	Matière Parker	statique et dynamique														statique		
		HNBR	NBR	EPDM	FKM	FKM (HiFluor®)	FFKM (Parofluor®)	CR	SBR	ACM	TPU	IIR	BR	NR	CSM (Hypalon)	FVMQ	VMQ	
Butyle, catéchol	V0747-75	4	4	2	1	1	1	2	2	4		2	2	4	2	1		
Butyle, glycol	E0540-80	3	3	2	4	1	1	3	4	4	4	2	4	4	4	4		
Butyle, glycol adipate	E0540-80	4	4	2	2	1	1	4	4	4	4	2	4	4	4	2	2	
Butyle, mercaptan	V0747-75	4	4	4	1	1	1	4	4	4		4	4	4	4		4	
Butyle, stéarate	V0747-75	2	2	4	1	1	1	4	4			4	4	4	4	2		
Butylène (butène)	V0747-75	2	2	4	1	1	1	4	4	4	4	4		4	4	2	4	
Butyloleate	V0747-75	4	4	2	1	1	1	4	4			2	4		4	2		
Butyraldéhyde	E0540-80	4	4	1	4	1	1	4	4	4	4	1		4	4	4	4	
Butyrate	E0540-80	4	4	1	1	1	1	4	4	4		1	4	4	4	1		
Butyrique, acide	V0747-75	4	4	2	2	1	1	4	4	4		2	4		4			
C																		
Café	N3824-70	1	1	1	1	1	1	1	1	4	4	1		3	1	1	1	
Calcium hypochlorite, 15 %	E0540-80	4	4	1	1	1	1	3		4	4	1		1	1	4	4	
Calcium, acétate	E0540-80	2	2	1	4	1	1	2	4	4	4	1	4	1	4	4	4	
Calcium, acétate, aqueux	E0540-80	1	1	1	4	1	1	1	1	4	4	1		1	1	4	1	
Calcium, bisulfite	N0674-70	1	1	4	1	1	1	1	4	4	1	4	4	4	1	1	1	
Calcium, carbonate	N0674-70	1	1	1	1	1	1	1	1	3	3	1	1	1	1	1	1	
Calcium, chlorure, aqueux	N0674-70	1	1	1	1	1	1	1	1	4	4	1		1	1	1	1	
Calcium, cyanure	N0674-70	1	1	1		1	1	1	1			1	1	1	1		1	
Calcium, hydroxyde, aqueux	N0674-70	1	1	1	3	1	1	2	1	4	4	1		1	1	1	1	
Calcium, hypochloride	E0540-80	4	4	1	1	1	1	4	4	4	4	1	4	4	1	1		
Calcium, hypochlorite	E0540-80	2	2	1	1	1	1	2	2	4	4	1	2	2	1	2	2	
Calcium, nitrate (nitrate de chaux)	N0674-70	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	
Calcium, phosphate, aqueux	N0674-70	1	1	1	1	1	1	1	1	4	4	1		1	1	1	1	
Calcium, sels	N0674-70	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	
Calcium, silicate	N0674-70	1	1	1	1	1	1	1	1			1	1	1	1			
Calcium, sulfite	N0674-70	1	1	1	1	1	1	1	2	4	1	1	2	2	1	1	1	
Calcium, sulfure	N0674-70	1	1	1	1	1	1	1	2	4	1	1	2	2	1	1	1	
Calcium, thiosulfate	E0540-80	2	2	1	1	1	1	1	2	4	1	1	2	2	1	1	1	
Calgon (métaphosphate de sodium)	N0674-70	1	1	1	1	1	1	2	1			1	1	1	2	1		
Caliche, solution (salpêtre du Chili)	N0674-70	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	
Caprylaldehyde (hexanal)	E0540-80			2	4	1	1			4	4	2	2	2		4	2	
Carbamates	V3819-75			2	2	1	1	2	4	4	4	2	4	4	2	1		
Carbitol (diéthylène éther glycol monoéthylrique)	E0540-80	2	2	2	2	1	1	2	2	4	4	2	2	2	2	2	2	
Carbone, dioxyde, humide	N0552-90	1	1	1	1	1	1	1	1	4	4	1		1	1	1	1	
Carbone, dioxyde, réfrigérant (huile PAG)	E8901-70	1	2	1	1	1	1											
Carbone, dioxyde, réfrigérant (huile POE & PAO)	N3554-75	1	2	4	1	1	1											
Carbone, dioxyde, réfrigérant (huile POE & PAO)	N8822-75	1	2	4	1	1	1											
Carbone, dioxyde, sec	N0552-90	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1		1	1	1	1	
Carbone, disulfure	V0747-75	4	4	4	1	1	1	4	4	4	4	4		4	4	1	4	
Carbone, monoxyde, sec	N0552-90	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1		1	1	1	1	
Carbone, tétrachlorure	V0747-75	4	4	4	1	1	1	4	4	4	4	4		4	4	1	4	
Carbonique, acide, dioxyde de carbone	E0540-80	1	1	1	1	1	1	1	1	4	4	1		1	1	1	1	
Carburants contenant de l'éthanol (E85)	V8727-70	2	3	4	1	1	1	2	4	1	2	4	4	4	3	1	4	
Carburants contenant de l'éthanol (E85)	V8989-80	2	3	4	1	1	1	2	4	1	2	4	4	4	3	1	4	
Carburants contenant de l'éthanol (E85)	V8908-80	2	3	4	1	1	1	2	4	1	2	4	4	4	3	1	4	

11 Annexe

Indice de compatibilité ¹⁾	Matière Parker	statique et dynamique														statique		
		HNBR	NBR	EPDM	FKM	FKM (HiFluor [®])	FFKM (Parofluor [®])	CR	SBR	ACM	TPU	IIR	BR	NR	CSM (Hypalon)	FVMQ	VMQ	
Carburants contenant de l'éthanol (E85)	V8703-75	2	3	4	1	1	1	2	4	1	2	4	4	4	3	1	4	
Carburants contenant de l'éthanol (E85)	V8590-60	2	3	4	1	1	1	2	4	1	2	4	4	4	3	1	4	
Carburants contenant du méthanol (M15 à M100)	V8727-70	2	3	4	1	1	1	2	4	1	2	4	4	4	3	1	4	
Carburants contenant du méthanol (M15 à M100)	V8989-80	2	3	4	1	1	1	2	4	1	2	4	4	4	3	1	4	
Carburants contenant du méthanol (M15 à M100)	V8908-80	2	3	4	1	1	1	2	4	1	2	4	4	4	3	1	4	
Carburants contenant du méthanol (M15 à M100)	V8703-75	2	3	4	1	1	1	2	4	1	2	4	4	4	3	1	4	
Carburants contenant du méthanol (M15 à M100)	V8590-60	2	3	4	1	1	1	2	4	1	2	4	4	4	3	1	4	
Castor, huile	N0674-70	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1	1	1	1	
Cellosolve, acétate	E0540-80	4	4	2	4	1	1	4	4	4	4	2	4	4	4	4	4	
Cellosolve, butyle	E0540-80	4	4	2	4	1	1	4	4	4	4	2	4	4	4	4	4	
Cellosolve [®] (glycol éther éthylique d'éthylène)	E0540-80	4	4	2	4	1	1	4	4	4	4	2	4	4	4	4	4	
Cellugard	N0674-70	1	1	1	1	1	1	1	1	3	4	1	1	1	1	1	1	
Cellulube 90, 100, 150, 220, 300, 500	E0540-80	4	4	1	1	1	1	4	4	4	4	1	4	4	4	2	1	
Cellulube A60 (maintenant : Fyrquel)	E0540-80	4	4	2	4	1	1	4	4	4	4	2	4	4	4	4	4	
Cellutherm 2505A	V0747-75	2	2	4	1	1	1	4	4	2	4	4	4	4	4	2	4	
Cétane (hexadécane)	N0674-70	1	1	4	1	1	1	2	4	1	4	4	4	4	2	3	4	
Chloracétique, acide	E0540-80	4	4	2	4	2	1	4	4	4	4	2	4	4	4	4	4	
Chlorax	V0747-75	2	2	2	1	1	1	2	4	4	4	2	4	4	2	1	4	
Chlordane	V0747-75	2	2	4	1	1	1	3	4			4	4	4	3	2	4	
Chlore, dioxyde	V0747-75	4	4	4	1	1	1	4	4	4	4	4		4	4	3	4	
Chlore, dioxyde, 8 % Cl comme NaClO2 en solution	V0747-75	4	4	4	1	1	1	4	4	4	4	4	4	4	4	2	4	
Chlore, gaz, humide	V0747-75	4	4	3	1	1	1	4	4	4	4	3		4	4	3	4	
Chlore, gaz, sec	V0747-75	4	4	3	1	1	1	4	4	4	4	3		4	4	2	4	
Chlore, soufre	V0747-75	4	4	4	1	1	1	4	4	4		4	4	4	4	1	3	
Chlorée, eau de mer (salée)	V0747-75	4	4	4	1	1	1	4	4	4	4	4	2	2	2	1	4	
Chlorés, solvants, humides	V0747-75	4	4	4	1	1	1	4	4	4	4	4	4	4	4	1	4	
Chlorés, solvants, secs	V0747-75	4	4	4	1	1	1	4	4	4	4	4	4	4	4	1	4	
Chlorextol	V0747-75	2	2	4	1	1	1	2	4	2	4	4	4	4	4	2	4	
Chlorhydrique, acide, 3 moles	E0540-80	3	3	1	1	1	1	3	3	2		1	3	3	2	2	4	
Chlorhydrique, acide, 3 moles	E0540-80	3	3	1	1	1	1	3	3	2		1	3	3	2	2	4	
Chlorhydrique, acide, concentré	V3738-75	4	4	3	1	1	1	4	4	4		1	4	4	4	3	4	
Chlorhydrique, acide, concentré	V3738-75	4	4	3	1	1	1	4	4	4		1	4	4	4	3	4	
Chloroacétone	E0540-80	4	4	1	4	1	1	3				3		3	3	4	4	
Chlorobenzène (monochlorobenzène)	V0747-75	4	4	4	1	1	1	4	4	4	4	4		4	4	4	4	
Chlorobromométhane	V0747-75	4	4	2	1	1	1	4	4	4	4	2	4	4	4	2	4	
Chlorobutadiène (chloroprène)	V0747-75	4	4	4	1	1	1	4	4			4		4		3	4	
Chlorodécane	V0747-75	4	4	4	1	1	1	4	4	4	4	4	4	4	4	1	4	
Chlorododécane	V0747-75	4	4	4	1	1	1	4	4	4	4	4	4	4	4	1	4	
Chloroéthylacétate	V0747-75	4	4	4	1	1	1	4	4	4	4	4	4	4	4	2	4	
Chloroforme (trichlorométhane)	V0747-75	4	4	4	1	1	1	4	4	4	4	4		4	4	3	4	
Chloronaphtalène	V0747-75	4	4	4	1	1	1	4	4			4		4		3	4	
Chlorophénol (o-chlorophénol)	V0747-75	4	4	4	1	1	1	4	4	4	4	4		4	4	3	4	
Chlorosulfonique, acide, 10 %	V3819-75	4	4	4	4	1	1	4	4	4	4	4		4	4	4	4	
Chlorotoluène	V0747-75	4	4	4	1	1	1	4	4	4	4	4		4	4	3	4	
Chlorox	V0747-75	2	2	2	1	1	1	2	4	4	4	2	4	4	2	1	4	
Chlorure de chaux	N0674-70	1	1	1	1	1	1	2	1	4		1	2	1	2	1	2	

Indice de compatibilité ¹⁾	Matière Parker	statique et dynamique														statique		
		HNBR	NBR	EPDM	FKM	FKM (HiFluor®)	FFKM (Parofluor®)	CR	SBR	ACM	TPU	IIR	BR	NR	CSM (Hypalon)	FVMQ	VMQ	
Chrome, alun	N0674-70	1	1	1	1	1	1	1	1	4		1	1	1	1			
Chrome, bains (galvanoplastie)	V0747-75	4	4	4	1	1	1	4	4		4	4		4	3	3	3	
Chrome, oxyde, solution aqueuse 88 % en poids	V3738-75	4	4	2	1	1	1	4	4	4	4	2	4	4	1	2	2	
Chromique, acide, 50 %	V3738-75	4	4	2	1	1	1	4	4	4	4	3	4	4	2	3	3	
Circo, huile de traitement légère	N0674-70	1	1	4	1	1	1	2	4	1	1	4	4	4	2	1	4	
Citrique, acide, aqueux	C0557-70	1	1	1	1	1	1	1	1	4	4	1		1	1	1	1	
City Service n° 65 120 250	N0674-70	1	1	4	1	1	1	2	4	1	2	4	4	4	4	1	4	
City Service Pacemaker n° 2	N0674-70	1	1	4	1	1	1	2	4	1	2	4	4	4	4	1	4	
City Service, aplan moteur froid, huile 140 e.p. lubrifiante	N0674-70	1	1	4	1	1	1	2	4	1	1	4	4	4	2	1	4	
Cobalt, chlorure, 2n	N0674-70	1	1	1	1	1	1	1	1	4	4	1	1	1	1	1	1	
Cobalt, chlorure, aqueux	N0674-70	1	1	1	1	1	1	1	1	4	4	1		1	1	1	1	
Cola, essence (Coca-Cola)	E8743-70	3	3	1	4	1	1									2	1	
Colamine (éthanolamine)	E0540-80	4	4	2	4	3	1	4	2	4	4	2	2	2	4	4	2	
Colza, huile	E0540-80	2	2	1	1	1	1	3	4	1	1	3		4	3	1	1	
Convelex 10	V3819-75	4	4			1	1	4	4		2	4	4	4	4		4	
Coolanol (Monsanto), huile de silicone	V0747-75	1	1	4	1	1	1	1	4	4	4	4	4	4	2	2	4	
Coolanol 45 (Monsanto)	V0747-75	1	1	4	1	1	1	1	4	4	4	4	4	4	2	2	4	
Coton, huile	N0674-70	1	1	3	1	1	1	4	4	1	2	1		4	4		4	
Créosol (catéchol de méthyle)	V0747-75	4	4	4	1	1	1	4	4	4	4	4	4	4	4	2	4	
Créosote (bois extrait de goudron)	N0674-70	1	1	4	1	1	1	2	4	1	3	4	4	4	4	1	4	
Cuivre, acétate, aqueux	E0540-80	3	3	1	4	1	1	3	4	4	4	1		3	3	4	4	
Cuivre, chlorure, aqueux	N0674-70	1	1	1	1	1	1	1	1	4	4	1		1	1	1	1	
Cuivre, cyanure	N0674-70	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
Cuivre, sels	N0674-70	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
Cuivre, sulfate, aqueux	N0674-70	1	1	1	1	1	1	1	1	4	4	1		1	1	1	1	
Cumène (isopropylbenzène)	V0747-75	4	4	4	1	1	1	4	4	4	4	4		4	4	3	4	
Cyanhydrique, acide	E0540-80	2	2	1	1	1	1	2	2	4		1	2	1	1	2	3	
Cyclohexane	N0674-70	1	1	4	1	1	1	4	4	1	1	4		4	4	1	4	
Cyclohexanol	N0674-70	1	1	4	1	1	1	2	4			4	4	4	2	1	4	
Cyclohexanone	E0540-80	4	4	2	4	1	1	4	4	4	4	2	4	4	4	4	4	
D																		
Decalin (white spirit)	V0747-75	4	4	4	1	1	1	4	4			4	4	4	4	1	4	
Décane	N0674-70	1	1	4	1	1	1	3	4	1	2	4	4	4	3	1	2	
Delco, liquide de frein	E0540-80	3	3	1	4	1	1	2	1			2			2	4	3	
Dénaturé, alcool	E0540-80	1	1	1	1	1	1	1	1	4	4	1	1	1	1	1	1	
Détergent dissous dans l'eau	N0674-70	1	1	1	1	1	1	2	2	4	4	1	2	2	2	1	1	
Dexron (huile ATF)	N0674-70	1	1	4	1	1	1	2	4	1	2	4	4	4	4	2	4	
Dextron	N0674-70	1	1	4	1	1	1	2	4	1	2	4	4	4	4	2	4	
Diacétone (alcool diacétone)	E0540-80	4	4	1	4	1	1	4	4	4	4	1	4	4	4	4	4	
Diazinon (insecticide)	V0747-75	3	3	4	2	1	1	3	4			4	4	4	3	2	4	
Dibenzyle, sébacate	V0747-75	4	4	2	2	1	1	4	4	4	2	2	4	4	4	3	3	
Dibromodifluorométhane	E0540-80	4	4	2		1	1	4	4	4	4	2	4	4	4		4	
Dibromoéthyle, benzène	V0747-75	4	4	4	1	1	1	4	4	4	4	4	4	4	4	2	4	
Dibutyle, amine	V8920-75	4	4	4	4	2	2	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	
Dibutyle, éther	V3819-75	4	4	3	3	1	1	4	4	3	2	3	4	4	4	3	4	
Dibutyle, sébacate	V0747-75	4	4	3	2	1	1	4	4	4	4	2	4	4	4	2	2	

11 Annexe

Indice de compatibilité ¹⁾	Matière Parker	statique et dynamique														statique		
		HNBR	NBR	EPDM	FKM	FKM (HiFluor [®])	FFKM (Parofluor [®])	CR	SBR	ACM	TPU	IIR	BR	NR	CSM (Hypalon)	FVMQ	VMQ	
Dibutylphthalate (Palatinol C)	E0540-80	4	4	2	4	1	1	4	4	4	4	3	4	4	3			
Dichlorobenzène (ortho-dichlorobenzène)	V0747-75	4	4	4	1	1	1	4	4	4	4	4	4	4	1	4		
Dichlorobenzène (para-dichlorobenzène)	V0747-75	4	4	4	1	1	1	4	4	4	4	4	4	4	2	4		
Dichlorobutane (chlorure de tétraméthyl)	V0747-75	2	2	4	1	1	1	4	4	4	4	4	4	4	2	4		
Dichloroisopropyle, éther	V3819-75	4	4	3	3	1	1	4	4	3	2	4	4	4	3	4		
Dichlorométhane (chlorure dichlorométhylène)	V0747-75	4	4	4	2	1	1	4	4	4	4	4	4	4	2	4		
Dicyclohexylamine	V8920-75	3	3	4	4			4	4	4	4	4	4	4	4	4		
Diester, lubrifiant synth. (MIL-L-7808)	V0747-75	2	2	4	1	1	1	4	4	2	4	4	4	4	2	4		
Diéthyl glycol	E0540-80	1	1	1	1	1	1	1	1	4	4	1	1	1	1	2		
Diéthyl sébacate	V0747-75	4	4	1	1	1	1	4	4	4	1	1	4	4	4	4		
Diéthylamine	E0540-80	4	4	3	4	1	1	4	3	4	4	3	3	4	4	3		
Difluorodibromo méthane	E0540-80	4	4	2				4	4	4	4	2	4	4	4	4		
Diisobutylcétone	E0540-80	4	4	1	4	1	1	4	3	4	4	1	3	4	4	4		
Diisobutylène	V0747-75	2	2	4	1	1	1	4	4	4	4	4	4	4	3	4		
Diisooctyl sébacate	V0747-75	3	3	3	2	1	1	4	4	4	4	4	4	4	3	3		
Diisopropylcétone	E0540-80	4	4	1	4	1	1	4	4	4	4	1	4	4	4	4		
2,2-diméthyl butane	N0674-70	1	1	4	1	1	1	2	3	1	4	4	4	2	1	4		
2,3-diméthyl butane	N0674-70	1	1	4	1	1	1	2	3	1	4	4	4	2	1	4		
2,4-diméthyl pentane	N0674-70	1	1	4	1	1	1	2	4	1	4	4	4	2	3	4		
Diméthyl éther (méthyléther)	E0540-80	1	1	1	1	1	1	3	1	4		1	1	1	4	1		
Diméthyl hydrazine asym. (UDMH)	E0540-80	3	3	1	4	1	1	3				1		1	4	4		
Diméthyl phthalate	V0747-75	4	4	2	2	1	1	4	4	4		2	4	4	4	2		
Diméthylformamide (DMF)	E0540-80	4	4	1	4	1	1	4	4	4	4	1	4	4	4	1		
Dinitrotoluène	V3819-75	4	4	4	4	1	1	4	4	4	4	4	4	4	4	4		
Diocyle, phtalate (DOP)	E0540-80	4	4	1	1	1	1	4	4	4	4	1	4	4	1	1		
Diocyle, sébacate (DOS)	V0747-75	4	4	1	1	1	1	4	4	4	3	1	4	4	4	4		
Dioxane	E0540-80	4	4	2	4	1	1	4	4	4	4	2	4	4	4	4		
Dioxolane	E0540-80	4	4	2	4	1	1	4	4	4	4	3	4	4	4	4		
Dipentène (solvant pour peinture)	V0747-75	2	2	4	1	1	1	4	4	4	4	4	4	4	3	4		
Diphényle (biphényle)	V0747-75	4	4	4	1	1	1	4	4	4	4	4	4	4	2	4		
Diphényle, éther	V0747-75	4	4	4	1	1	1	4	4	4	4	4	4	4	2	3		
DNOx, solution aqueuse d'urée	N8907-75	1	3	1	4	4	1	4	4	4								
DNOx, solution aqueuse d'urée	E8867-60	1	3	1	4	4	1	4	4	4								
Dodécylque, alcool	N0674-70	1	1	1	1	1	1	1	1	4	4	1	1	1	2	2		
Dow Chemical 50-4	E0540-80			1	4	1	1	2	1			2		2	4			
Dow Chemical ET588	E0540-80	3	3	1	4	1	1	2	1			2		2	4			
Dow Corning-11	E0540-80	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	3		
Dow Corning-1208	E0540-80	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	3		
Dow Corning-200	E0540-80	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	3		
Dow Corning-220	E0540-80	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	3		
Dow Corning-3	E0540-80	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	3		
Dow Corning-33	E0540-80	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	3		
Dow Corning-4	E0540-80	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	3		
Dow Corning-4050	E0540-80	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	3		
Dow Corning-44	E0540-80	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	3		
Dow Corning-5	E0540-80	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	3		

Indice de compatibilité ¹⁾	Matière Parker	statique et dynamique														statique		
		HNBR	NBR	EPDM	FKM	FKM (HiFluor®)	FFKM (Parofluor®)	CR	SBR	ACM	TPU	IIR	BR	NR	CSM (Hypalon)	FVMQ	VMQ	
Dow Corning-510	E0540-80	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	3	
Dow Corning-55	E0540-80	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	3	
Dow Corning-550	E0540-80	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	3	
Dow Corning-6620	E0540-80	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	3	
Dow Corning-6620	E0540-80	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	3	
Dow Corning-704	E0540-80	2	2	1	1	1	1					1						
Dow Corning-705	E0540-80	2	2	1	1	1	1					1						
Dow Corning-710	E0540-80	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	3	
Dow Corning-F60	E0540-80	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	3	
Dow Corning-F61	E0540-80	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	3	
Dow Guard	N0674-70	1	1	1	1	1	1	1	1	3	3	1		1	1	1	1	
Dowtherm A, huile de transfert de chaleur	V0747-75	4	4	4	1	1	1	4	4	4	4	4	4	4	4	2	4	
Dowtherm E huile de transfert de chaleur	V0747-75	4	4	4	1	1	1	4	4	4	4	4	4	4	4	2	4	
Dowtherm, 209, solution 50 %	E0540-80	3	3	1	4	1	1	2				2					3	
Ducor (diluant de peinture)	V0747-75	4	4	4	2	1	1	4	4	4	4	4	4	4	4	2	4	
Ducor, diluant de peinture	V0747-75	4	4	4	2	1	1	4	4	4	4	4	4	4	4	2	4	
E																		
Eau (eau de traitement) jusqu'à 100 °C	E0540-80	1	2	1	2	1	1	3	2	4	4	1	2	3	3	3	2	
Eau (eau de traitement) jusqu'à 70 °C	N0674-70	1	1	1	2	1	1	2	1	4	4	1	1	1	1	1	1	
Eau de javel	V0747-75	4	4	1	1	1	1	4	4			1		4	1	2	2	
Eau de mer (salée)	E0540-80	1	1	1		1	1	2	1	4	4	1	1	1	1	1	1	
Eau de mer (salée)	N0674-70	1	1	1		1	1	2	1	4	4	1	1	1	1	1	1	
Eau régale	V3819-75	4	4	4	3	2	2	4	4	4	4	4		4	4	4	4	
Eau, lourde (oxyde de deutérium)	N0674-70	1	1	1		1	1	2	1	4	4	1	1	1	1	1	1	
Eaux usées	N0674-70	1	1	1	1	1	1	2	1	4	4	1	2	1	1	1	1	
Elco 28-EP, lubrifiant	N0674-70	1	1	4	1	1	1	3	4	1	1	4	4	4	4	1	2	
Électrolyte	E3750-70	3		1	4													
Électrolyte	E8556-70	3		1	4													
Enduits à la chaux	N0674-70	1	1	1	1	1	1	2	1	4		1	2	1	2	1	2	
Épichlorohydrine	V3819-75	4	4	3	4	1	1	4	4			4		4	4	4		
Époxy, résines	E0540-80			1	4	1	1	1				1						
Esam-6, fluide	N0674-70		1	1	4	1	1	2	1			2			2	4		
Essence super	N0674-70	1	1	4	1	1	1	2	4	2	2	4	4	4	4	2	4	
Essence super Shelle	N0674-70	1	1	4	1	1	1	2	4	2	2	4	4	4	4	2	4	
Esso Golden, essence	V0747-75	2	2	4	1	1	1	4	4	4	4	4	4	4	4	1	4	
Esso Univis n° 40 (huile hydraulique)	N0674-70	1	1	4	1	1	1	2	4	1	1	4	4	4	2	1	4	
Esso WS2812 (Mil-L-7808A)	V0747-75	1	1	4	1	1	1	4	4	2	4	4	4	4	4	1	4	
Esso XP90-EP, lubrifiant	N0674-70	1	1	4	1	1	1	2	4	1	1	4	4	4	2	1	4	
Esso, carburant 208	N0674-70	1	1	4	1	1	1	2	4	1	4	4	4	4	3	1	4	
Esso, huile de transmission (Type A)	N0674-70	1	1	4	1	1	1	2	4	1	3	4	4	4	4	1	4	
Esso, huile moteur	N0674-70	1	1	4	1	1	1	3	4	1	4	4	4	4	4	1	4	
Esstic 42, 43	N0674-70	1	1	4	1	1	1	2	4	1	2	4	4	4	4	1	4	
Étain (II), chlorure	N0674-70	1	1	1	1	1	1	1	1			1	1	1	1	1	2	
Étain (IV), chlorure	N0674-70	1	1	1	1	1	1	4	1			1	1	1	4	1	2	
Étain (IV), chlorure, 50 %	N0674-70	1	1	1	1	1	1	4	1			1	1	1	4	1	2	
Étain, chlorure, aqueux	N0674-70	1	1	1	1	1	1	1	1	4	4	1		1	1	1	1	

11 Annexe

Indice de compatibilité ¹⁾	Matière Parker	statique et dynamique														statique		
		HNBR	NBR	EPDM	FKM	FKM (HiFluor [®])	FFKM (Parofluor [®])	CR	SBR	ACM	TPU	IIR	BR	NR	CSM (Hypalon)	FVMQ	VMQ	
Éthane	N0674-70	1	1	4	1	1	1	3	4	1	1	4		4	3	3	4	
Éthanol (alcool éthylique)	E0540-80	1	1	1	3	1	1	1	1	4	4	1	1	1	1	1	1	
Éthanolamine (colamine)	E0540-80	2	2	2	4	3	1	2	2	4	3	2	2	2	3	4	2	
Éther (divers)	V3819-75	4	4	3	3	1	1	4	4	3	2	4	4	4	4	3	4	
2-éthyl-1-hexanol (isooctanol)	N0674-70	1	1	1	1	1	1	1	1	4	4	1	1	1	1	1	2	
Éthyle, acétate	E0540-80	4	4	2	4	2	1	4	4	4	4	2	4	4	4	4	2	
Éthyle, acide acrylique	E0540-80	4	4	2				2	4	4	4	2	4	4	4	4	4	
Éthyle, acrylate	E0540-80	4	4	2	4	1	1	4	4	4	4	2	4	4	4	4	2	
Éthyle, alcool (éthanol)	E0540-80	1	1	1	3	1	1	1	1	4	4	1	1	1	1	1	1	
Éthyle, benzène	V0747-75	4	4	1	1	1	1	4	4	4	4	4	4	4	4	1	4	
Éthyle, benzoate	V0747-75	4	4	4	1	1	1	4	4	4	4	4	4	4	4	1	4	
Éthyle, bromure	V0747-75	2	2	4	1	1	1	4				4	4	4	4	1	4	
Éthyle, cellulose	N0674-70	2	2	2	4	1	1	2	2	4	2	2	2	2	2	4	2	
Éthyle, chloroformiate	V0747-75	4	4	4	1	1	1	4	4	4	4	4	4	4	4	2	4	
Éthyle, chlorure	N0674-70	1	1	1	1	1	1	1	2	3	2	1	2	1	4	1	4	
Éthyle, cyclopentane	N0674-70	1	1	4	1	1	1	3	4	2	1	4	4	4	4	1	4	
Éthyle, éther	V3819-75	3	3	3	4	1	1	4	4	4	2	3	4	4	4	3	4	
Éthyle, mercaptan	V0747-75	4	4		2	1	1	3	4			4	4	4	3		3	
Éthyle, oxalate	V0747-75	4	4	4	1	1	1	4	4	4		4	4	4	4	2	4	
Éthyle, pentachlorobenzène	V0747-75	4	4	4	1	1	1	4	4	4	4	4	4	4	4	2	4	
Éthyle, silicate	E0540-80	1	1	1	1	1	1	1	2			1	2	2	2	1		
Éthylène (éthène)	V0747-75	2	4	4	1	1	1	4	4	2	2	4		4	4	1	4	
Éthylène glycol (glycol), Prestone [®]	E0540-80	1	1	1	1	1	1	1	1	4	2	1	1	1	1	1	1	
Éthylène trichlorure ("Tri")	V0747-75	4	4	4	1	1	1	4	4	4	4	4	4	4	4	2	4	
Éthylène, chlorhydrine	V0747-75	4	4	2	1	1	1	2	2	4	4	2	2	2	2	2	3	
Éthylène, chlorure	V0747-75	4	4	4	2	1	1	4	4	4	4	4	4	4	4	2	4	
Éthylène, diamine	E0540-80	1	1	1	4		1	1	2	4	4	1	2	1	2	4	1	
Éthylène, dibromure	V0747-75	4	4	3	1	1	1	4	4	4	4	3	4	4	4	3	4	
Éthylène, dichlorure	V0747-75	4	4	3	1	1	1	4	4	4	4	3	4	4	4	3	4	
Éthylène, oxyde	V3819-75	4	4	3	4	2	1	4	4	4	4	3	4	4	4	4	4	
Éthylène, oxyde (12 %) et gaz réfrigérant 12 (80 %)	E0540-80	3	3	2	4			4	4	4	4	2	4	4	4	4	4	
F																		
F-60, fluide (Dow Corning)	E0540-80	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	3	
F-61, fluide (Dow Corning)	E0540-80	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	3	
FAMB, FAMA	V8727-70	3	3	4	1	1	1					4	4	4		1	3	
FAMB, FAMA	V8989-80	3	3	4	1	1	1					4	4	4		1	3	
FAMB, FAMA	V8908-80	3	3	4	1	1	1					4	4	4		1	3	
FAMB, FAMA	V8703-75	3	3	4	2	1	1					4	4	4		1	3	
FAMB, FAMA	V8590-60	3	3	4	2	1	1					4	4	4		1	3	
FAMB, FAMA	V0747-75	3	3	4	2	1	1					4	4	4		1	3	
FAMB, FAMA	V3736-75	3	3	4	2	1	1					4	4	4		1	3	
FC43 Heptacosofluorotri-butylamine	N0674-70	1	1	1	1			1	4			1			1	1	1	
FC75	E0540-80	1	1	1	2			1	4			1			1	2	1	
Fer (II), chlorure, aqueux	N0674-70	1	1	1	1	1	1	1	1	4	4	1		1	1	1	1	
Fer (II), sulfate, aqueux	N0674-70	1	1	1	1	1	1	1	1	4	4	1		1	1	1	1	
Fer, chlorure	N0674-70	1	1	1	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1	2	1	2	

Indice de compatibilité ¹⁾	Matière Parker	statique et dynamique														statique		
		HNBR	NBR	EPDM	FKM	FKM (HiFluor®)	FFKM (Parofluor®)	CR	SBR	ACM	TPU	IIR	BR	NR	CSM (Hypalon)	FVMQ	VMQ	
Fer, nitrate	N0674-70	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	
Fluor silice	E0540-80	2	2	1	1	1	1	2	2			1		1	1	4	4	
Fluoro-lubrifiant	E0540-80	1	1	1	2	1	1	1	4			1			1	2	1	
Fluorosilicique, acide	E0540-80	2	2	1	1	1	1	2	2			1		1	1	4	4	
Fluorure d'hydrogène (acide fluorhydrique), anhydre	E0540-80	4	4	1	4	2	1		4	4		1	4	4		4		
Formaldéhyde	E0540-80	3	3	2	4	3	1	3	3	4	4	2	2	2	3	4	2	
formiate de méthyle	C0557-70	4	4	2		1	1	2	4			2	4	4	2			
Formique, acide (acide méthane)	E0540-80	4	4	1	4	1	1	2	3		4	1		3		4		
Formique, acide, ester méthylique	C0557-70	4	4	2		2	1	2	4			2	4	4	2			
Framboise, essence (arôme)	E8743-70	3	3	1	1	1	1									2	1	
Fromage à tartiner, 60 % de matière grasse, sèche	N8551-75	1	1	1	1	1	1										1	
Fruit, acide	N0674-70	1	1	1														
Fumarique, acide	N0674-70	1	1		1	1	1	2	2	4		4	2	1	2	1	2	
Furfural (Furanaldéhyde)	E0540-80	4	4	2	4	1	1	4	4	4		2	4	4	4		4	
Furfurylique, alcool	E0540-80	4	4	2		1	1	4	4	4	4	2	4	4	4	4	4	
Furylcarbinol	E0540-80	4	4	2		1	1	4	4	4	4	2	4	4	4	4	4	
Fyrquel 90, 100, 150, 220, 300, 500	E0540-80	4	4	1	1	1	1	4	4	4	4	1	4	4	4	2	1	
Fyrquel A60	E0540-80	4	4	2	4	1	1	4	4	4	4	2	4	4	4	4	3	
G																		
Gallique, acide	V0747-75	2	2	2	1	1	1	2	2	4	4	2		1	2	1		
Gaz d'éclairage (exempt de composés aromatiques)	N0674-70	1	1	4	1	1	1	3	4	1	1	4		4	3	2	3	
Gaz de cokerie	V0747-75				1	1	1		4					4		3	3	
Gaz de haut-fourneau	V0747-75	4	4	4	1	1	1	4	4	4	4	4		4	4	3	3	
Gaz de pétrole liquéfié (GPL)	N3813-70	1	2	4	1	1	1	2	4	3	1	4	4	4	4	3	3	
Gaz des marais	N0674-70	1	1	4	1	1	1	3	4	1	3	4		4	3	3	4	
Gaz hilarant (protoxyde d'azote)	E0540-80	1	1	2	1	1	1										1	
Gaz naturel	N0674-70	1	1	4	1	1	1	3	4	3	3	4		4	3	3	4	
Gaz naturel, acide	V3819-75					1	1											
Gaz réfrigérant 11	N0674-70	2	2	4	2	4	4	4	4			4		4	1		4	
Gaz réfrigérant 112	C0557-70	2	2	4	1	2	2	2	4			4		4	2		4	
Gaz réfrigérant 113	C0557-70	1	1	4	2	4	4	1	2		1	4		4	1		4	
Gaz réfrigérant 114	C0557-70	1	1	1	1	4	4	1	1			1		1			4	
Gaz réfrigérant 114B2	C0557-70	2	2	4	2	4	4	1	4			4		4	1		4	
Gaz réfrigérant 115	C0557-70	1	1	1	1	4	4	1	1			1		1				
Gaz réfrigérant 12	C0557-70	1	1	2	1	4	4	1	1		1	2	4	2	1	4	4	
Gaz réfrigérant 12 & huile ASTM n° 2 (50/50)	N0674-70	1	1	4	1	3	3	2	4			4	4	4	2	2	4	
Gaz réfrigérant 12 & Suniso 4G (50/50)	N0674-70	1	1	4	1	3	3	2	4			4	4	4	2	2	4	
Gaz réfrigérant 13	C0557-70	1	1	1	1	4	4	1	1			1		1	1	4	4	
Gaz réfrigérant 134a	C0557-70	1	2	1	4			1										
Gaz réfrigérant 13B1	C0557-70	1	1	1	1	4	4	1	1			1		1	1	2	4	
Gaz réfrigérant 14	C0557-70	1	1	1	1	4	4	1	1		1	1		1	1		4	
Gaz réfrigérant 21	C0557-70	4	4	4	4	2	2	2	4			4	4	4	4		4	
Gaz réfrigérant 22	C0557-70	4	4	1	4	2	2	1	1	2	4	1		1	1	2	4	
Gaz réfrigérant 22 & huile ASTM n° 2 (50/50)	C0557-70	4	4	4	2	2	2	2	4	2		4		4		2	4	
Gaz réfrigérant 31	C0557-70	4	4	1	4	2	2	1	2			1		2	2			
Gaz réfrigérant 32	C0557-70	1	1	1	4	2	2	1	1			1		1	1			

11 Annexe

Indice de compatibilité ⁽¹⁾	Matière Parker	statique et dynamique														statique		
		HNBR	NBR	EPDM	FKM	FKM (HiFluor [®])	FFKM (Parofluor [®])	CR	SBR	ACM	TPU	IIR	BR	NR	CSM (Hypalon)	FVMQ	VMQ	
Gaz réfrigérant 502	C0557-70	2	2	1	2	1	1	1	1			1	1					
Gaz réfrigérant BF	V0747-75	2	2	4	1			2	4			4	4	2		4		
Gaz réfrigérant C318	C0557-70	1	1	1	2			1	1			1	1	1				
Gaz réfrigérant K-142B	C0557-70	1	1	1	4			1	1			1	2	1				
Gaz réfrigérant K-152A	C0557-70	1	1	1	4			1	1			1	1	4				
Gaz réfrigérant MF	N0674-70	2	2	4	2			4	4			4	4	1		4		
Gaz réfrigérant PCA	N0674-70	1	1	4	2			1	2		1	4	4	1		4		
Gaz réfrigérant TF	N0674-70	1	1	4	2			1	2		1	4	4	1		4		
Gazole	V0747-75	1	1	4	1	1	1	4	4	1	3	4	4	4	1	4		
Gélatine, aqueuse	N0674-70	1	1	1	1	1	1	1	1	4	4	1	1	1	1	1		
Générateur de gaz	N0674-70	1	1	4	1	1	1	3	4	3	1	4	4	3	3	3		
Glucose	N0674-70	1	1	1	1	1	1	1	1		4	1	1	1	1	1		
Glycérol	N0674-70	1	1	1	1	1	1	1	1	4	4	1	1	1	1	1		
Glycérol, triacétate	E0540-80	2	2	1	4	1	1	2	3	4	4	1	2	2	2	4		
Glycol (éthylène glycol)	E0540-80	1	1	1	1	1	1	1	1	4	4	1	1	1	1	1		
GNC (gaz naturel comprimé)	N3987-70	1	2	4	1	1	1	3	4	3	3	4	4	3	3	4		
GNC (gaz naturel comprimé)	N8888-70	1	2	4	1	1	1	3	4	3	3	4	4	3	3	4		
GNC (gaz naturel comprimé)	V8877-75	1	2	4	1	1	1	3	4	3	3	4	4	3	3	4		
GNC (gaz naturel comprimé)	V8802-80	1	2	4	1	1	1	3	4	3	3	4	4	3	3	4		
Goudron (bitumineux)	V0747-75	2	2	4	1	1	1	3	4	4		4	4	3	4	1	2	
Goudron, huile, carbolinéum	N0674-70	1	1	4	1	1	1	2	4	1	3	4	4	4	1	4		
GPL (propane, butane, propylène)	N0674-70	1	1	4	1	1	1	2	4	3	1	4	4	4	3	3		
Gulf Harmony, huiles	N0674-70	1	1	4	1	1	1	2	4	1	1	4	4	4	1	4		
Gulf Legion, huiles	N0674-70	1	1	4	1	1	1	2	4	1	1	4	4	4	1	4		
Gulf Security, huiles	N0674-70	1	1	4	1	1	1	2	4	1	2	4	4	4	1	4		
Gulf, graisse haute température	N0674-70	1	1	4	1	1	1	2	4	1	1	4	4	4	1	4		
Gulfcrown, graisse	N0674-70	1	1	4	1	1	1	2	4	1	1	4	4	4	1	4		
H																		
Halon 1301	C0557-70	1	1	1	1	1	1	1	1			1	1	1	2	4		
Halothane (anesthésique)	V0747-75	4	4	4	1	1	1	4	4	4	4	4	4	4	2	4		
Halowax, huile	V0747-75	4	4	4	1	1	1	4	4			4	4	4	1	4		
Hannifin, Parker-O-Lube	N0674-70	1	1	4	1	1	1	1	2	1	1	4	4	1	1	2		
HEF-2 (High Energy Fuel)	V0747-75	2	2	4	1	1	1	4	4	4	4	4	4	4	2	4		
Hélium	N0674-70	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1		
Heptane (n-heptane)	N0674-70	1	1	4	1	1	1	3	4	1	1	4	4	4	1	4		
Hexaldéhyde (n-hexaldéhyde)	E0540-80	4	4	1	4	1	1	1	4	4	4	3	4	4	4	3		
Hexane (n-hexane)	N0674-70	1	1	4	1	1	1	3	4	1	1	4	4	4	1	4		
Hexylique, alcool	N0674-70	1	1	3	1	1	1	3	1	4	4	3	1	3	1	3		
HFO124yf, réfrigérant (huile PAG)	E8901-70	1	2	1	4	1	1	1										
HFO124yf, réfrigérant (huile POE & PAO)	N3554-75	1	2	4	4	1	1	1										
HFO124yf, réfrigérant (huile POE & PAO)	N8822-75	1	2	4	4	1	1	1										
Houghto-Safe 1010 (ester phosphate)	E0540-80	4	4	1	1	1	1	4	4	4		1	4	4	2	3		
Houghto-Safe 1055 (ester phosphate)	E0540-80	4	4	1	1	1	1	4	4	4		1	4	4	2	3		
Houghto-Safe 1120 (ester phosphate)	E0540-80	4	4	1	1	1	1	4	4	4	4	1	4	4	2	3		
Houghto-Safe 271 (base eau/glycol), HFC	N0674-70	1	1	1	2	1	1	2	1	4	4	2			2	2		
Houghto-Safe 5040 (émulsion d'eau/d'huile)	N0674-70	1	1	4	1	1	1	2	4	4	4	4	4	4	2	3		

Indice de compatibilité ¹⁾	Matière Parker	statique et dynamique														statique		
		HNBR	NBR	EPDM	FKM	FKM (HiFluor®)	FFKM (Parofluor®)	CR	SBR	ACM	TPU	IIR	BR	NR	CSM (Hypalon)	FVMQ	VMQ	
Houghto-Safe 620 (base eau/glycol), HFC	N0674-70	1	1	1	2	1	1	2	1	4	4	2				2	2	
Huile animale	N0674-70	1	1	2	1	1	1	2	4	1	2	2	4	4	2	1	2	
huile ASTM n° 2	N0674-70	1	1	4	1	1	1	4	4	1	3	4		4	4	1	3	
Huile d'arachide	N0674-70	1	1	4	1	1	1	3	4	1	3	4		4	3	1	1	
Huile d'olive	N8551-75	1	1	4	1	1	1	3	4	1	1	3		4	3	1	1	
Huile de bois (huile de tung)	N0674-70	1	1	4	1	1	1	3	4	1	3	4		4	4	3	4	
Huile de camphre	N0674-70	1	1	4	1	1	1	4	4	4	4	4		4	4	4	4	
Huile de chauffage, acide	N0674-70	1	1	4	1	1	1	2	4	1	2	4	4	4	4	1	1	
Huile de chauffage, légère	N0674-70	1	1	4	1	1	1	3	4	1	3	4		4	4	1	3	
Huile de chauffage, lourde (houille)	V0747-75	3	3	4	1	1	1	4	4	1	3	4		4	4	1	3	
Huile de foie de morue	N8551-75	1	1	4	1	1	1	1	4	1	1	4		4	1	1	1	
Huile de forage	N0674-70	1	1	4	1	1	1	2	4	1	1	4	4	4	2	1	4	
Huile de lavande	V0747-75	3	3	4	1	1	1	4	4	3	4	4		4	4	3	4	
Huile de lin	N0674-70	1	1	4	1	1	1	4	4	1	3	4		4	4	1	4	
Huile de maïs	N8551-75	1	1	4	1	1	1	3	4	1	2	4		4	3	1	1	
Huile de noix de coco	N8551-75	1	1	4	1	1	1										1	
Huile de pin	N0674-70	1	1	4	1	1	1	4	4			4		4	4	1		
Huile de pin	N0674-70	1	1	4	1	1	1	4	4			4	4	4	4	1	4	
Huile de transformateur	N0674-70	1	1	4	1	1	1	2	4	2	1	4	4	4	4	1	2	
Huile de tung ((huile de bois chinoise)	N0674-70	1	1	4	1	1	1	2	4		3	3	4	4	3	2	4	
Huile de turbine	N0674-70	1	1	4	1	1	1	4	4	1	1	4	4	4	4	1	4	
Huile légère (benzène brut)	N0674-70	1	1	4	1	1	1	2	4	1	2	4	4	4	4	1	4	
Huile minérale	N0674-70	1	1	4	1	1	1	3	4	1	3	4		4	3	1	3	
Huile pri. hydr. Pétrole	V0747-75	2	2	4	1	1	1	2	4	1	2	4	4	4	4	1	2	
Huiles de transformateur (base pétrole)	N0674-70	1	1	4	1	1	1	3	4	3	1	4		4	4	1	3	
Huiles hydrauliques (huile minérale)	N0674-70	1	1	4	1	1	1	3	4	1	3	4		4	4	1	3	
Huiles lubrifiantes, base diester	V0747-75	2	2	4	1	1	1	3	4	2		4	4	4		2	4	
Huiles lubrifiantes, base pétrole	N0674-70	1	1	4	1	1	1	2	4	1	2	4	4	4	4	1	4	
Huiles lubrifiantes, SAE 10, 20, 30, 40, 50	N0674-70	1	1	4	1	1	1	2	4	1	2	4	4	4	4	1	4	
Huiles végétales	N0674-70	1	1	4	1	1	1	3	4	1	1	4		4	3	1	1	
Hydrazine	E0540-80	3	3	1	4	1	1	3	3	4	4	1		4	3	4	4	
Hydrocarbures (saturés)	N0674-70	1	1	4	1	1	1	2	4	1	2	4	4	4	3	1	4	
Hydrocarbures de soute (soute C : FKM)	N0674-70	1	1	4	1	1	1	4	4	1	3	4		4	4	1	3	
Hydro-Drive MIH 50 (base d'huile minérale)	N0674-70	1	1	4	1	1	1	2	4	1	2	4	4	4	4	1	2	
Hydrofluorique, acide 65 % ou moins, chaud	V8920-75	4	4	4	3	2	1	3	4	4	4	4	4	4	3	4	4	
Hydrofluorique, acide 65 % ou moins, froid	V8920-75	4	4	3	2	1	1	4	4	4		3	4	4		4	4	
Hydrofluorique, acide 65 % ou moins, froid	E0540-80	3	3	1	1	1	1	1	2	4		1	4	2			4	
Hydrofluorique, acide 65 % ou plus, chaud	V8920-75	4	4	4	3	2	1	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	
Hydrogène	E0540-80	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1		1	1	4	4	
Hydrogène, cyanure	E0540-80	3	3	1	1	1	1	3	3	4		1		3	1	3		
Hydrogène, gazeux, chaud	E0540-80	1	1	1	1	1	1	1	2	2	1	1	1	2	1	3	3	
Hydrogène, gazeux, froid	E0540-80	1	1	1	1	1	1	1	2	2	1	1	1	2	1	3	3	
Hydrogène, peroxyde, 30 %	V0747-75	3	3	1	1	1	1	1	1	4	1	1		1	1	1	1	
Hydrogène, peroxyde, 90 %	V0747-75	4	4	4	1	1	1	4	4	4	4	4		4	4	3	1	
Hydrogène, sulfure	E0540-80	4	4	1	4	1	1	1	4	4	4	1		4	4	4	4	
Hydrogène, sulfure, humide, chaud	E0540-80	4	4	1	4	1	1	2	4	4		1	4	4	3	3	3	

11 Annexe

Indice de compatibilité ¹⁾	Matière Parker	statique et dynamique														statique		
		HNBR	NBR	EPDM	FKM	FKM (HiFluor [®])	FFKM (Parofluor [®])	CR	SBR	ACM	TPU	IIR	BR	NR	CSM (Hypalon)	FVMQ	VMQ	
Hydrogène, sulfure, humide, froid	E0540-80	4	4	1	4	1	1	1	4	4		1	4	4	2	3	3	
Hydrogène, sulfure, sec, chaud	E0540-80	4	4	1	4	1	1	2	4	4		1	4	4	3	3	3	
Hydrogène, sulfure, sec, froid	E0540-80	1	1	1	4	1	1	1	1	4		1	1	1	1	3	3	
Hydrolube (glycol eau/éthylène)	N0674-70	1	1	1	1	1	1	2	1	4	4	2			2	2		
Hydroquinone	V0747-75	3	3	4	2	1	1		3				3		3			
Hyjet	E0540-80	4	4	1	4	1	1	4	4	4	4	2	4	4	4			
Hyjet III	E0540-80	4	4	1	4	1	1	4	4	4	4	2	4	4	4			
Hyjet IV (remplacement pour III, S, W)	E0540-80	4	4	1	4			4	4	4	4	2	4	4	4			
Hypochloreux, acide	V3819-75	4	4	2	1	1	1	4	4	4		2	4	2	4			
I																		
Imprégnation du bois (sel de Wolman)	N0674-70	1	1	1	1	1	1	2	1	2	1	1	1	1	1	1		
Industron FF44	N0674-70	1	1	4	1	1	1	2	4	1	2	4	4	4	4	1	4	
Industron FF44	N0674-70	1	1	4	1	1	1	2	4	1	2	4	4	4	4	1	4	
Industron FF53	N0674-70	1	1	4	1	1	1	2	4	1	2	4	4	4	4	1	4	
Industron FF80	N0674-70	1	1	4	1	1	1	2	4	1	2	4	4	4	4	1	4	
Iodine	V0747-75	2	2	2	1	1	1	4	2			2			2	1		
Isobutyle, alcool	E0540-80	3	3	1	1	1	1	1	3	4	4	1		3	1	3	1	
Isobutyle-n-butyrate	E0540-80	4	4	1	1	1	1	4	4	4		1	4	4	4	1		
Isocyanate	V3819-75	4	4	2	3	1	1	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	
Isododécane	N0674-70	1	1	4	1	1	1	2	4	4		4	4	4	2	1	4	
Isooctane	N0674-70	1	1	4	1	1	1	3	4	1	1	4		4	3	1	4	
Isophorone (cétone)	E0540-80	4	4	1	4	1	1	4	4	4	4	1	4	4	4	4	4	
Isopropanol (alcool isopropylique)	E0540-80	2	2	1	1	1	1	2	2	4	4	1	2	1	1	2	1	
Isopropyle, acétate	E0540-80	4	4	2	4	1	1	4	4	4	4	2	4	4	4	4	4	
Isopropyle, alcool (isopropanol)	E0540-80	2	2	1	1	1	1	2	2	4	4	1	2	1	1	2	1	
Isopropyle, benzène	V0747-75	4	4	4	1	1	1	4	4	4	4	4	4	4	4	2	4	
Isopropyle, chlorure	V0747-75	4	4	4	1	1	1	4	4	4	4	4		4	4	3	4	
Isopropyle, éther	N0674-70	2	2	4	4	1	1	3	4	4	3	4		4	4	4	4	
J																		
JP 3 (Mil-J-5624)	N0602-70	1	1	4	1	1	1	4	4	2	2	4	4	4	4	1	4	
JP 4 (Mil-J-5624)	N0602-70	1	1	4	1	1	1	4	4	2	2	4	4	4	4	2	4	
JP 5 (Mil-J-5624)	N0602-70	1	1	4	1	1	1	4	4	2	2	4	4	4	4	2	4	
JP 6 (Mil-J-25656)	N0602-70	1	1	4	1	1	1	4	4	2	2	4	4	4	4	2	4	
JP X (Mil-F-25604)	N0602-70	1	1	4	4	1	1	2	4			4	4	4	4	4	4	
Jus de betterave	N0674-70	1	1	1	1	1	1	1	1	4	4	1		1	1	1	1	
K																		
Kel F, liquide	E0540-80	1	1	1	2	1	1		1			1			1	2	1	
Kérosène (similaire à RP-1 et JP-1)	N0674-70	1	1	4	1	1	1	4	4	1	3	4		4	4	1	4	
L																		
Lactame, amino-acides	E0540-80	4	4	2	4	1	1	2	4			2	4	4	2	4		
Lactamines	E0540-80	4	4	2	4	1	1	2	4			2	4	4	2	4		
Lait, 3,5 % de matières grasses (lait UHT)	N8551-75	1	1	1	1	1	1	1	1	4	4	1		1	1	1	1	
Lehigh X1169	N0674-70	1	1	4	1	1	1	2	4	1	1	4	4	4	2	1	4	
Lehigh X1170	N0674-70	1	1	4	1	1	1	2	4	1	1	4	4	4	2	1	4	
Levure, aqueuse	N0674-70	1	1	1	1	1	1	1	1	4	4	1		1	1	1	1	
Ligroïne (essences minérales, white spirit)	N0674-70	1	1	4	1	1	1	2	4	1	2	4	4	4	3	1	4	

Indice de compatibilité ¹⁾	Matière Parker	statique et dynamique														statique		
		HNBR	NBR	EPDM	FKM	FKM (HiFluor®)	FFKM (Parofluor®)	CR	SBR	ACM	TPU	IIR	BR	NR	CSM (Hypalon)	FVMQ	VMQ	
Lindol, (ester de phosphate) type HFD - R	E0540-80	4	4	1	2	1	1	4	4	4	4	1	4	4	4	3	3	
Liqueur noire	V3738-75	2	2	2	1	1	1	2	2	4	4	2	2	2	2	2	2	
Liquide de frein	E0540-80	3	3	1	4	1	1	2	1			2				4	3	
Liquide de frein (glycol)	E0540-80	2	3	1	4	1	1	3	1	4	4	1		1	3	4	3	
Liquimoly	N0674-70	1	1	4	1	1	1	2	4	1	2	4	4	4	4	1	4	
Lubrifiant léger	N0674-70	1	1	4	1	1	1	4	4	1	1	4	4	4	4	1	4	
M																		
Magnésium, chlorure, aqueux	N0674-70	1	1	1	1	1	1	1	1	4	4	1		1	1	1	1	
Magnésium, hydroxyde, aqueux	E0540-80	1	1	1	1	1	1	1	1	4	4	1		1	1	1	1	
Magnésium, sels	N0674-70	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
Magnésium, sulfate, aqueux	N0674-70	1	1	1	1	1	1	1	1	4	4	1		1	1	1	1	
Malathion (insecticide)	V0747-75	2	2	4	1	1	1		4			4	4	4		2	4	
Maléique, acide, aqueux	V0747-75	1	1	1	1	1	1	1	1	4	4	1		1	1	2	2	
Maléique, anhydride	E0540-80	4	4	2	4	1	1	4	4	4		2	4	4	4			
Malique, acide	V8892-70	1	1		1	1	1	2	2	4		4	2	1	2	1	2	
MCS 312	V0747-75	4	4	4	1	1	1	4	4	4		4	4	4		1	1	
MCS 352	E0540-80	4	4	1	4	1	1	4	4	4	4	2	4	4	4	3	3	
MCS 463	E0540-80	4	4	1	4	1	1	4	4	4	4	2	4	4	4	3	3	
Mélange d'eau et de glycol (30 %/70 %)	E0540-80	2	2	1	2	1	1									2		
Mélange d'huiles de carburant	V8892-70	3	3	4	1	1	1					4	4	4		1	3	
Mélange d'huiles de carburant	VG292-70	2	3	4	1	1	1					4	4	4		2	4	
Mercaptan de butyle tertiaire	V0747-75	4	4	4	1	1	1	4	4	4		4	4	4	4		4	
Mercurure, chlorure, aqueux	N0674-70	1	1	1	1	1	1	1	1	4	4	1		1	1	2	2	
Mercurure, vapeurs	N0674-70	1	1	1	1	1	1	1	1			1	1	1	1			
Mercury	N0674-70	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1		1	1	1	1	
Mésityle, oxyde (cétone)	E0540-80	4	4	2	4	1	1	4	4	4	4	2	4	4	4	4	4	
Méthacrylique, acide	E0540-80	4	4	2	3	1	1	2	4	4	4	2	4	4	4	4	4	
Méthane	N0674-70	1	1	4	1	1	1	3	4	1	3	4		4	3	3	4	
Méthanol (alcool méthylique)	N0674-70	1	1	1	4	1	1	1	1	4	4	1	1	1	1	1	1	
2-méthylpentane	N0674-70	1	1	4	1	1	1	2	4	1	4	4	4	4	2	3	4	
3-méthylpentane	N0674-70	1	1	4	1	1	1	2	4	1	4	4	4	4	2	3	4	
Méthyle, acétate	E0540-80	4	4	2	4	3	1	2	4	4	4	2	4	4	4	4	4	
Méthyle, acétoacétate	E0540-80	4	4	2	4	1	1	4		4	4	2			4	4	2	
Méthyle, acide acrylique	E0540-80	4	4	2	3	1	1	2	4	4	4	2	4	4	4	4	4	
Méthyle, acrylate	E0540-80	4	4	2	4	1	1	2	4	4	4	2	4	4	4	4	4	
Méthyle, alcool (méthanol)	E0540-80	1	1	1	4	1	1	1	1	4	4	1	1	1	1	1	1	
Méthyle, aniline	V0747-75	4	4		2	1	1	4	4	4	4		4	4	4			
Méthyle, benzoate	V0747-75	4	4	4	1	1	1	4	4	4	4	4	4	4	4	1	4	
Méthyle, benzoate	V0747-75	4	4	4	1	1	1	4	4	4	4	4	4	4	4	1	4	
Méthyle, bromure	V0747-75	2	2	4	1	1	1	4		3		4	4	4	4	1		
Méthyle, butyle cétone	E0540-80	4	4	1	4	1	1	4	4	4	4	1	4	4	4	4	4	
Méthyle, carbonate	V0747-75	4	4	4	1	1	1	4	4	4	4	4	4	4	4	2	4	
Méthyle, cellosolve	E0540-80	3	3	2	4	1	1	3	4	4	4	2	4	4	4	4	4	
Méthyle, cellulose	N0674-70	2	2	2	4	1	1	2	2	4	2	2	2	2	2	4	2	
Méthyle, chloroforme	V0747-75	4	4	4	1	1	1	4	4	4	4	4	4	4	4	2	4	
Méthyle, chlorure	V0747-75	4	4	3	1	1	1	4	4	4	4	3	4	4	4	2	4	

11 Annexe

Indice de compatibilité ⁽¹⁾	Matière Parker	statique et dynamique														statique		
		HNBR	NBR	EPDM	FKM	FKM (HiFluor [®])	FFKM (Parofluor [®])	CR	SBR	ACM	TPU	IIR	BR	NR	CSM (Hypalon)	FVMQ	VMQ	
Méthyle, chlorure (dichlorométhane)	V0747-75	4	4	4	2	1	1	4	4	4	4	4	4	4	4	2	4	
Méthyle, cyclopentane	V0747-75	4	4	4	1	1	1	4	4	4	4	4	4	4	4	3	4	
Méthyle, éther (éther diméthylque)	E0540-80	1	1	1	1	1	1	3	1	4		1	1	1	4	1	1	
Méthyle, éthyle cétone, butanone, MEK	E0540-80	4	4	1	4	2	1	4	4	4	4	1		4	4	4	4	
Méthyle, isopropyle cétone	V3819-75	4	4	3	4	1	1	4	4	4	4	3		4	4	4	4	
Méthyle, méthacrylate	V3819-75	4	4	4	4	1	1	4	4	4	4	4		4	4	4	4	
Méthyle, oléate	V0747-75	4	4	2	1	1	1	4	4			2	4		4	2		
Méthyle, peroxyde éthyle cétone	S0604-70	4	4	4	4	1	1	4	4	4	4	4	4	4	4	4	2	
Méthyle, salicylate	E0540-80	4	4	2		1	1	4				2			4			
Méthyle-D-bromure	V0747-75	4	4		1	1	1	4	4	4	4		4	4	4	2	4	
Méthylène, dichlorure	V0747-75	4	4	4	2	1	1	4	4	4	4	4	4	4	4	2	4	
Méthylène, glycol	E0540-80	3	3	2	4			3	4	4	4	2	4	4	4	4	4	
Méthylisobutylcétone, MIBK	V3819-75	4	4	3	4	1	1	4	4	4	4	3		4	4	4	4	
Mil-A-6091	E0515-80	2	2	1	1	1	1	1	1	4	4	1	1	1	1	1	1	
Mil-C-4339	N0304-75	1	1	4	1	1	1	4	4	4	4	4	4	4	4	1		
Mil-C-7024	N0602-70	1	1	4	1	1	1	4	4	2	1	4	4	4	4	1	4	
Mil-C-8188	V0747-75	2	2	4	2	1	1	4	4	3	4	4	4	4	4	2	4	
Mil-E-9500	E0515-80	1	1	1	1	1	1	1	1	4	4	1	1	1	1	1	1	
Mil-F-16884	N0304-75	1	1	4	1	1	1	3	4	1	3	4	4	4	3	1	4	
Mil-F-17111	N0304-75	1	1	4	1	1	1	2	4	1	3	4	4	4	4	2	4	
Mil-F-25558 (RJ-1)	N0602-70	1	1	4	1	1	1	2	4	1	1	4	4	4	2	1	4	
Mil-F-25656	N0602-70	1	1	4	1	1	1	4	4	2	2	4	4	4	4	2	4	
Mil-F-5566	E0515-80	2	2	1	1	1	1	2	2	4	4	1	2	1	1	1	1	
Mil-G-10924	N0304-75	1	1	4	1	1	1	4	4	2	1	4	4	4	2	1	4	
Mil-G-15793	N0304-75	1	1	4	1	1	1	2	4	1	1	4	4	4	2	2	4	
Mil-G-21568	E0540-80	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1			
Mil-G-25013	V0747-75	1	1	4	1	1	1	2	4	1	1	4	4	4	2	1	4	
Mil-G-25537	N0304-75	1	1	4	1	1	1	2	4	2	1	4	4	4	2	1	4	
Mil-G-25760	V0747-75	2	2	4	1	1	1	2	4	2	2	4	4	4	2	2	4	
Mil-G-3278	L0677-70	2	2	4	1	1	1	4	4	1	2	4	4	4	4	2	4	
Mil-G-3545	N0304-75	1	1	4	1	1	1	2	4	1	1	4	4	4	2	1	4	
Mil-G-5572	N0602-70	1	1	4	1	1	1	4	4	2	2	4	4	4	4	1	4	
Mil-G-7118	N0304-75	2	2	4	1	1	1	2	4	1	1	4	4	4	2	1	4	
Mil-G-7187	N0304-75	1	1	4	1	1	1	4	4	1	1	4	4	4	4	1	4	
Mil-G-7421	L0677-70	2	2	4	1	1	1	2	4	4	2	4	4	4	2	2	4	
Mil-G-7711	N0304-75	1	1	4	1	1	1	4	4	2	1	4	4	4	4	1	2	
Mil-H-13910	E0515-80	1	1	1	1	1	1	1	1	4	4	1	1	1	1	1	1	
Mil-H-19457	E0515-80	4	4	1	2	1	1	4	4	4	4	1	4	4	4	4	3	
Mil-H-22251	E0515-80	2	2	1		1	1	2	2			1			2		4	
Mil-H-27601	V0747-75	1	1	4	1	1	1	2	4	1		4	4	4		2	3	
Mil-H-5606	N0304-75	1	1	4	1	1	1	2	4	2	2	4	4	4	2	1	4	
Mil-H-6083	N0304-75	1	1	4	1	1	1	1	4	1	1	4	4	2	2	1	4	
Mil-H-7083	E0515-80	1	1	1	2	1	1	2	2	4	4	1	3	2	2	1	1	
Mil-H-83282	V0747-75	1	1	4	1	1	1	2	4	2	2	4	4	4	2	1	4	
Mil-H-8446 (MLO-8515)	V0747-75	2	2	4	1	1	1	1	4		1	4	4	4		1	4	
Mil-J-5161	N0602-70	2	2	4	1	1	1	4	4	1	2	4	4	4	4	1	4	

Indice de compatibilité ¹⁾	Matière Parker	statique et dynamique														statique		
		HNBR	NBR	EPDM	FKM	FKM (HiFluor®)	FFKM (Parofluor®)	CR	SBR	ACM	TPU	IIR	BR	NR	CSM (Hypalon)	FVMQ	VMQ	
Mil-J-5624 JP-3, JP-4, JP-5	N0602-70	1	1	4	1	1	1	4	4	2	2	4	4	4	4	4	2	4
Mil-L-15016	N0304-75	1	1	4	1	1	1	2	4	1	1	4	4	4	2	2	4	
Mil-L-15017	N0304-75	1	1	4	1	1	1	2	4	1	1	4	4	4	2	2	4	
Mil-L-17331	V0747-75	1	1	4	1	1	1	2	4	1	1	4	4	4	2	1	4	
Mil-L-2104	N0304-75	1	1	4	1	1	1	2	4	1	1	4	4	4	3	1	4	
Mil-L-21260	N0304-75	1	1	4	1	1	1	2	4	1	1	4	4	4	2	1	4	
Mil-L-23699	V0747-75	2	2	4	1	1	1	3	4	3		4	4	4		2	4	
Mil-L-25681	V0747-75	2	2	1	1	1	1	2	2			1	2	2	2	2	4	
Mil-L-3150	N0304-75	1	1	4	1	1	1	2	4	2	2	4	4	4	2	1	4	
Mil-L-4343	N0304-75	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	3	
Mil-L-6081	N0304-75	1	1	4	1	1	1	2	4	1	1	4	4	4	2	1	4	
Mil-L-6082	N0304-75	1	1	4	1	1	1	2	4	1	1	4	4	4	2	1	1	
Mil-L-6085	V0747-75	2	2	4	1	1	1	4	4	2	1	4	4	4	4	2	4	
Mil-L-6387	V0747-75	2	2	4	1	1	1	4	4	2	1	4	4	4	4	2	4	
Mil-L-7808	V0747-75	2	2	4	1	1	1	4	4	2	4	4	4	4	4	2	4	
Mil-L-7870	N0304-75	1	1	4	1	1	1	2	4	1	4	4	4	4	4	1	4	
Mil-L-9000	N0304-75	1	1	4	1	1	1	2	4	1	1	4	4	4	2	2	4	
Mil-L-9236	V0747-75	2	2	4	1	1	1	4	4	2	4	4	4	4	4	2	4	
Mil-O-3503	N0304-75	1	1	4	1	1	1	2	4	2	1	4	4	4	2	1	4	
Mil-P-27402	E0515-80	2	2	1		1	1	2	2			1			2		4	
Mil-R-25576 (RP-1)	N0602-70	1	1	4	1	1	1	2	4	1	1	4	4	4	2	1	4	
Mil-S-3136, carburant type I	N0602-70	1	1	4	1	1	1	2	4	1	1	4	4	4	2	1	4	
Mil-S-3136, carburant type II	N0602-70	2	2	4	1	1	1	4	4	2	2	4	4	4	4	2	4	
Mil-S-3136, carburant type III	N0602-70	2	2	4	1	1	1	4	4	2	1	4	4	4	4	2	4	
Mil-S-3136, huile type IV	N0674-70	1	1	4	1	1	1	1	4	1	1	4	4	4	1	1	1	
Mil-S-81087	E0515-80	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	3	
MLO-7277 hydr.	V0747-75	3	3	4	1	1	1	4	4	3	3	4	4	4	4	3	4	
MLO-7557	V0747-75	3	3	4	1	1	1	4	4	3	3	4	4	4	4	3	4	
MLO-8200 hydr.	V0747-75	2	2	4	1	1	1	1	4		1	4	4	4	4	1	4	
MLO-8515	V0747-75	2	2	4	1	1	1	1	4	3	1	4	4	4	3	1	4	
Mobil 24 DTE	N0674-70	1	1	4	1	1	1	2	4	1	2	4	4	4	4	1	4	
Mobil Delvac 1100, 1110, 1120, 1130	N0674-70	1	1	4	1	1	1	2	4	1	2	4	4	4	4	1	4	
Mobil HF	N0674-70	1	1	4	1	1	1	2	4	1	2	4	4	4	4	1	4	
Mobil Nyvac 20 et 30	N0674-70	1	1	1	1	1	1	1	1			1	1	1	1	1	1	
Mobil Velocite C	N0674-70	1	1	4	1	1	1	2	4	1	2	4	4	4	4	1	4	
Mobiloil SAE 20	N0674-70	1	1	4	1	1	1	2	4	1	1	4	4	4	2	1	4	
Mobiltherm 600	N0674-70	1	1	4	1	1	1	2	4	1	2	4	4	4	4	1	4	
Mobilux	N0674-70	1	1	4	1	1	1	2	4	1	2	4	4	4	4	1	4	
Mono aniline de méthyle	V0747-75	4	4		2	1	1	4	4	4	4		4	4				
Mono hydrazine de méthyle	E0540-80	2	2	1		1	1	2	2			1			2		4	
Monobromobenzène	V0747-75	4	4	4	1	1	1	4	4	4	4	4	4	4	4	2	4	
Monochlorobenzène	V0747-75	4	4	4	1	1	1	4	4	4	4	4		4	4	3	4	
Monoéthanolamine	E0540-80	4	4	2	4	3	1	4	2	4	4	2	2	2	4	4	2	
Mononitrotoluène	V3819-75	4	4	4	3	1	1	4	4	4	4	4	4	4	4	3	4	
Monovinylacétyleène	E0540-80	1	1	1	1	1	1	2	2			1	2	2	2		2	
Moût	N8551-75	1	1	3	1	1	1			4	4			4		2	1	

11 Annexe

Indice de compatibilité ⁽¹⁾	Matière Parker	statique et dynamique														statique		
		HNBR	NBR	EPDM	FKM	FKM (HiFluor®)	FFKM (Parofluor®)	CR	SBR	ACM	TPU	IIR	BR	NR	CSM (Hypalon)	FVMQ	VMQ	
N																		
Naphtalène	V0747-75	4	4	4	1	1	1	4	4			4		4	1	4		
Naptha	V0747-75	2	2	4	1	1	1	4	4	2	2	4	4	4	4	2	4	
n-butyl, benzoate	E0540-80	4	4	1	1	1	1	4	4	4		1	4	4	4	1		
n-butyléther	V3819-75	3	3	3	4	1	1	4	4	4	2	3	4	4	4	3	4	
Néon	N0674-70	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1		1	1	1	1	
Neville-Winthersche, acide	V0747-75	4	4	2	1	1	1	4	4	4		2	4	4	4	2	4	
N-Hexen-1	V0747-75	2	2	4	1	1	1	2	4	1	2	4	4	4	2	1	4	
Nickel, acétate	E0540-80	2	2	1	4	1	1	2	4	4	4	1	4	1	4	4	4	
Nickel, chlorure	N0674-70	1	1	1	1	1	1	2	1	3	3	1	1	1	1	1	1	
Nickel, sels	N0674-70	1	1	1	1	1	1	2	1	3	3	1	1	1	1	1	1	
Nickel, sulfate	N0674-70	1	1	1	1	1	1	1	2	4	3	1	2	2	1	1	1	
Nitrique, acide rouge, fumant	V3738-75	4	4	4	2	1	1	4	4	4	4	2	4	4	4	4	4	
Nitrique, acide rouge, fumant, avec agent de protection	V3738-75	4	4	4	2	1	1	4	4	4	4	2	4	4	4	4	4	
Nitrique, acide, 10 %	V3738-75	4	4	1	1	1	1	4	4	4	4	1		4	1	4	4	
Nitrique, acide, 65 %	V3738-75	4	4	4	2	1	1	4	4	4	4	4		4	4	4	4	
Nitrique, acide, concentré	V3738-75	4	4	4	1	1	1	4	4	4	4	1	4	4	4	3	4	
Nitrique, acide, fumant	V3738-75	4	4	4	2	1	1	4	4	4	4	4		4	4	4	4	
Nitrobenzène	V0747-75	4	4	4	2	1	1	4	4	4	4	4		4	4	4	4	
Nitroéthane	E0540-80	4	4	2	4	1	1	2	2	4	4	2	2	2	2	4	4	
Nitrométhane	E0540-80	4	4	2	4	1	1	4	4	4	4	2		3	4	4	4	
Nitropropane	E0540-80	4	4	2	4	1	1	4	4	4	4	2	4	4	4	4	4	
N-Octane	V0747-75	2	2	4	1	1	1	4	4	4	4	4	4	4	4	2	4	
N-Propylacétone	E0540-80	4	4	1	4	1	1	4	4	4	4	1	4	4	4	4	4	
O																		
Octachloro toluène	V0747-75	4	4	4	1	1	1	4	4	4	4	4	4	4	4	2	4	
Octadécane	N0674-70	1	1	4	1	1	1	2	4	2	1	4	4	4	2	1	4	
Octyle, alcool	E0540-80	2	2	1	1	1	1	2	2	4	4	2	2	2	2	2	2	
Oléique, acide	V3738-75	3	3	4	2	1	1	4	4	4		4	4	4	4		4	
Oléum (acide sulfurique fumant)	V0747-75	4	4	4	1	1	1	4	4	4	4	4	4	4	4		4	
Oléum spiritus	V0747-75	2	2	4	1	1	1	3	4			4	4	4	4	2	4	
Oronite 8200	V0747-75	2	2	4	1	1	1	1	4		1	4	4	4	4	1	4	
Oronite 8515	V0747-75	2	2	4	1	1	1	1	4		1	4	4	4	4	1	4	
Ortho-chloroéthylbenzène	V0747-75	4	4	4	1	1	1	4	4	4	4	4	4	4	4	2	4	
Ortho-dichlorobenzène	V0747-75	4	4	4	1	1	1	4	4	4	4	4	4	4	4	2	4	
OS 45 Type III (OS45)	V0747-75	2	2	4	1	1	1	1	4		4	4	4	4	2	2	4	
OS 45 Type IV (OS45)	V0747-75	2	2	4	1	1	1	1	4		4	4	4	4	2	2	4	
OS 70	V0747-75	2	2	4	1	1	1	1	4		4	4	4	4	2	2	4	
Oxalique, acide	E0540-80	2	2	1	1	1	1	2	2			1	2	2	2	1	2	
Oxygène gazeux, env. 100-200 °C (5)	S0604-70	4	4	4	2	1	1	4	4	4	4	4	4	4	4	4	1	
Oxygène gazeux, froid (4)	C0557-70	2	2	1	1	1	1	1	4	2	1	1	2	2	1	1	1	
Ozone	E0540-80	4	4	1	1	1	1	3	4	2	1	2	4	4	1	1	1	
P																		
Palmitique, acide	N0674-70	1	1	3	1	1	1	3	3	4	4	3		3	3	1	4	
Paraffine, cire, fondue	N0674-70	1	1	4	1	1	1	1	4	1	1	4		4	3	1	1	
Paraffine, huile, incolore	N0674-70	1	1	4	1	1	1	1	4	1	1	4		4	1	1	1	

Indice de compatibilité ¹⁾	Matière Parker	statique et dynamique														statique		
		HNBR	NBR	EPDM	FKM	FKM (HiFluor®)	FFKM (Parofluor®)	CR	SBR	ACM	TPU	IIR	BR	NR	CSM (Hypalon)	FVMQ	VMQ	
Parker O-Lube	N0674-70	1	1	4	1	1	1	1	2	1	1	4	4	4	1	1	2	
Parker Super-O-Lube	E0540-80	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	3	
p-cymène	V0747-75	4	4	4	1	1	1	4	4	4	4	4	4	4	4	2	4	
Peinture, solvant	V3819-75	4	4	4	4	1	1	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	
Peinture, solvant (Phoron)	E0540-80	4	4	1	4	1	1	4	4	4	4	1	4	4	4	4	4	
Pentane (N-Pentane)	N0674-70	1	1	4	1	1	1	3	4	1	1	4		4	3	1	4	
Perchlorique, acide	V0747-75	4	4	3	1	1	1	3	4	4	4	3		4	3	3	4	
Perchloroéthylène	V0747-75	2	2	4	1	1	1	4	4	4	4	4	4	4	4	2	4	
Pétrole	V0747-75	1	1	4	1	1	1	3	4	1	3	4		4	3	1	3	
Pétrole	N0674-70	2	1	4	1	1	1	2	4	1	1	4	4	4	4	2	1	
Pétrole, brut	N0674-70	1	1	4	1	1	1	2	4	1	1	4	4	4	2	1	4	
Pétrole, en dessous de 120 °C	N0674-70	1	1	4	1	1	1	2	4	2	2	4	4	4	2	2	2	
Phénol	V0747-75	4	4	3	1	1	1	4	4	4	4	3		4	4	3	4	
Phénolique, acide (phénol)	V0747-75	4	4	3	1	1	1	4	4			3		4	4	1	4	
Phénylbenzène	V0747-75	4	4	4	1	1	1	4	4	4	4	4	4	4	4	2	4	
Phényléthyle, éther	V3819-75	4	4	4	4	1	1	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	
Phénylhydrazine	V0747-75	4	4	4	1	1	1	4	3	4	4	4		3	4	2	4	
Phoron (solvant pour peinture)	E0540-80	4	4	1	4	1	1	4	4	4	4	1	4	4	4	4	4	
Phosphorique, acide, 10 %	C0557-70	3	3	1	1	1	1	1	3	4	4	3		3	1	3	4	
Phosphorique, acide, 20 %	E0540-80	3	3	1	1	1	1	3	3	4	4	1		3	1	3	3	
Phosphorique, acide, concentré	V3738-75	4	4	3	1	1	1	4	4	4	4	3		4	4	4	4	
Phosphorique, acide, fondu	V3738-75	2	2	2	1	1	1	2	2			2	2	2	2	2	4	
Phosphorique, trichloride	E0540-80	4	4	1	1	1	1	4	4	4	4	1		4	4	2	4	
Picrique, acide, aqueux	C0557-70	1	1	1	1	1	1	1	2			1	2	1	1	2		
Pied de bœuf, huile	N0674-70	1	1	2	1	1	1	4	4	1	1	2	4	4	4	1	2	
Pinène	V0747-75	2	2	4	1	1	1	3	4	4	2	4	4	4	4	1	4	
Pipéridine	V3819-75	4	4	4	4	1	1	4	4	4	4	4		4	4	4	4	
Plomb, acétate, aqueux (sucre de plomb)	E0540-80	3	3	1	4	1	1	3	4	4	4	1		1	4	4	4	
Plomb, nitrate	N0674-70	1	1	1		1	1	1	1			1	1	1	4	1	2	
Plomb, sulfate	C0557-70	2	2	1	1	1	1	1	2	4		1	2	2	1	1	2	
Polyester plastifiant (Thiokol TP-90B)	E0540-80	4	4	1	1	1	1	2	4			1			2	2		
Polysulfure de calcium	E0540-80	4	4	1	1	1	1	1	4	4		1	4	4	1	1	1	
Polyvinyle, émulsion d'acétate	E0540-80			1		1	1	3				1			3			
Potassium, acétate	E0540-80	2	2	1	4	1	1	2	4	4	4	1	4	1	4	4	4	
Potassium, acétate (acétate de potasse)	E0540-80	2	2	1	4	1	1	2	4	4	4	1	4	1	4	4	4	
Potassium, acétate, aqueux	E0540-80	3	3	1	4	1	1	3	4	4	4	1		1	4	4	4	
Potassium, chlorure, aqueux	N0674-70	1	1	1	1	1	1	1	1	4	4	1		1	1	1	1	
Potassium, chlorure, potasse	N0674-70	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
Potassium, cyanure	N0674-70	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
Potassium, cyanure de cuivre	N0674-70	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
Potassium, cyanure, aqueux	N0674-70	1	1	1	1	1	1	1	1	4	4	1		1	1	1	1	
Potassium, dichromate	N0674-70	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1	
Potassium, dichromate, aqueux	N0674-70	1	1	1	1	1	1	1	3	4	4	1		3	1	1	1	
Potassium, hydroxyde, 10 %	E0540-80	2	2	1	4	1	1	2	2	4	4	1		2	1	3	3	
Potassium, nitrate	N0674-70	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
Potassium, perchlorate, aqueux	E0540-80	4	4	1	1	1	1	1	4	4	4	1		4	1	4	4	

11 Annexe

Indice de compatibilité ⁽¹⁾	Matière Parker	statique et dynamique														statique		
		HNBR	NBR	EPDM	FKM	FKM (HiFluor [®])	FFKM (Parofluor [®])	CR	SBR	ACM	TPU	IIR	BR	NR	CSM (Hypalon)	FVMQ	VMQ	
Potassium, sels	N0674-70	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
Potassium, solution d'hydroxyde, 10 %	E0540-80	3	3	1	4	1	1	3	3	4	4	1		3	1	4	4	
Potassium, solution d'hydroxyde, 50 %	E0540-80	2	2	1	4	1	1	2	2	4	4	1	2	2	1	3	3	
Potassium, solutions d'hydroxyde (dilué)	E0540-80	2	2	1	2	1	1	2	2	4	4	1	2	1	1	2	2	
Potassium, sulfate	N0674-70	1	1	1	1	1	1	1	2	4	1	1	1	2	2	1	1	
Potassium, sulfite	N0674-70	1	1	1	1	1	1	1	2	4	1	1	1	2	2	1	1	
Prestoneâ, antigel	N0674-70	1	1	1	1	1	1	1	1	4	4	1	1	1	1	1	1	
Propane, gaz	N0674-70	1	1	4	1	1	1	3	4	1	3	4		4	3	3	4	
Propionitrile	N0674-70	1	1	4	1	1	1	2	4	1	4	4	4	4	2	3	4	
Propyle, acétate	E0540-80	4	4	2	4	1	1	4	4	4	4	2		4	4	4	4	
Propyle, alcool (propanol)	N0674-70	1	1	1	1	1	1	1	1	4	4	1	1	1	1	1	1	
Propyle, nitrate	E0540-80	4	4	2	4	1	1	4	4	4		2	4	4	4	4	4	
Propylène (propène)	V0747-75	4	4	4	1	1	1	4	4	4	4	4		4	4	3	4	
Propylène, oxyde	V3819-75	4	4	3	4	1	1	4	4	4	4	3		4	4	4	4	
Protoxyde d'azote (gaz hilarant)	E0540-80	1	1	2	1	1	1										1	
Pydraul 115E	V0747-75	4	4	1	1	1	1	4	4	4	4	1	4	4	4	3	4	
Pydraul 230E, 312C, 540C	V0747-75	4	4	4	1	1	1	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	
Pydraul, 10E, 29ELT	V0747-75	4	4	1	1	1	1	4	4	4	4	1	4	4	4	4	4	
Pydraul, 30E, 50E, 65E, 9	V0747-75	4	4	1	1	1	1	4	4	4	4	1	4	4	4	1	1	
Pyranol, huile de transformateur (PCB)	N0674-70	1	1	4	1	1	1	2	4	1	2	4	4	4	2	1	4	
Pyridine, huile	E0540-80	4	4	2	4	2	1	4	4	4	4	2		4	4	4	4	
Pyrogard 42, 43, 53, 55 (ester phosphate, HFDR)	E0540-80	4	4	1	1	1	1	4	4	4	4	1	4	4	4	4	4	
Pyrogard C, D	N0674-70	1	1	4	1	1	1	2	4	4	4	4	4	4	4	2	2	
Pyroligneux, acide	E0540-80	4	4	2	4	1	1	4	4	4	4	2	4	4	4	4		
Pyrolube	V0747-75	4	4	2	1	1	1	4	4	4	4	2	4	4	4	2	2	
Pyrrol	S0604-70	4	4	4	4	1	1	4	3	4	4	4		3	4	4	2	
Q																		
R																		
Red Oil (Mil-H-5606)	N0674-70	1	1	4	1	1	1	2	4	1	1	4	4	4	2	1	4	
Réduction des graisses	N0674-70	1	1	4	1	1	1	2	4	1	1	4	4	4	2	1	4	
Réfrigérant R 12 & huile ASTM n° 2, 1:1	C0557-70	2	2	4	4	3	3	2	4			4	4	4	2	2	4	
Réfrigérant R 11	N0674-70	2	2	4	4	4	4	3	4			4		4	1		4	
Réfrigérant R 112	C0557-70	2	2	4	4	2	2	2	4			4		4	2		4	
Réfrigérant R 113	C0557-70	1	1	4	4	4	4	1	2		1	4		4	1		4	
Réfrigérant R 114	C0557-70	1	1	1	4	4	4	1	1			1		1			4	
Réfrigérant R 114 B2	C0557-70	2	2	4	4	4	4	1	4			4		4	1		4	
Réfrigérant R 115	C0557-70		1	1	4	4	4	1	1			1		1				
Réfrigérant R 12	C0557-70	1	1	2	4	4	4	1	1		1	2	4	2	1	4	4	
Réfrigérant R 12, Suniso 4G, 1:1	C0557-70	2	2	4	4	3	3	2	4			4	4	4	2	2	4	
Réfrigérant R 13	C0557-70	1	1	1	4	4	4	1	1			1		1	1	4	4	
Réfrigérant R 13 B1	C0557-70	1	1	1	4	4	4	1	1			1		1	1	2	4	
Réfrigérant R 134a	C0557-70	1	2	1	4			1										
Réfrigérant R 14	C0557-70	1	1	1	4	4	4	1	1		1	1		1	1		4	
Réfrigérant R 21	C0557-70	4	4	4	4	2	2	2	4			4	4	4	4		4	
Réfrigérant R 22	C0557-70	4	4	1	4	2	2	1	1	2	4	1		1	1	2	4	
Réfrigérant R 22 & huile ASTM n° 2, 1:1	C0557-70	4	4	4	4	2	2	2	4	2		4		4		2	4	

Indice de compatibilité ¹⁾	Matière Parker	statique et dynamique														statique		
		HNBR	NBR	EPDM	FKM	FKM (HiFluor®)	FFKM (Parofluor®)	CR	SBR	ACM	TPU	IIR	BR	NR	CSM (Hypalon)	FVMQ	VMQ	
Réfrigérant R 31	C0557-70	4	4	1	4	2	2	1	2				1	2	2			
Réfrigérant R 32	C0557-70	1	1	1	4	2	2	1	1				1	1	1			
Réfrigérant R 502	C0557-70	2	2	1	4	4	4	1	1				1	1				
Ricin, huile	N0674-70	1	1	2	1	1	1	4	1	4	4	2	3	3	1	1		
RJ-I (Mil-F-25558)	N0602-70	1	1	4	1	1	1	2	4	1	1	4	4	2	1	4		
RME (ester méthylique de colza)		2	3	4	1	1	1	2	4	1	2	4	4	3	1	4		
RME (ester méthylique de colza)	V8703-75	2	3	4	1	1	1	2	4	1	2	4	4	3	1	4		
RME (ester méthylique de colza)	V3736-75	2	3	4	1	1	1	2	4	1	2	4	4	3	1	4		
RME, dilué avec de l'eau (0,2 à 0,5 % d'eau)	V8989-80	2	3	4	1	1	1	2	4	1	2	4	4	3	1	4		
RME, dilué avec de l'eau (0,2 à 0,5 % d'eau)	V8727-70	2	3	4	1	1	1	2	4	1	2	4	4	3	1	4		
RME, dilué avec de l'eau (0,2 à 0,5 % d'eau)	V8908-80	2	3	4	1	1	1	2	4	1	2	4	4	3	1	4		
RP-I (Mil-R-25576)	N0602-70	1	1	4	1	1	1	2	4	1	1	4	4	2	1	4		
S																		
Salicylique, acide	E0540-80	2	2	1	1	1	1		2			1	2	1		1		
Santo Safe 300	V0747-75	4	4	3	1	1	1	4	4	4		3	4	4		1	1	
Sel de fixation	N0674-70	1	1	1	1	1	1	1	1	4	4	1		1	1	1	1	
Sel de Glauber (sulfate de sodium)	V0747-75	4	4	2	1	1	1	2	4	4		2	4	2	2	1		
Sel de table, aqueux	N0674-70	1	1	1	1	1	1	1	1	4	4	1		1	1	1	1	
Shell 3XF, huile hydraulique	N0674-70	1	1	4	1	1	1	2	4	4	4	4	4	4	2	1		
Shell Alvania Fat n° 2	N0674-70	1	1	4	1	1	1	3	4	1	1	4		4	4	1	3	
Shell Carnea 19 et 29	N0674-70	1	1	4	1	1	1	4	4	1	2	4	4	4	4	1		
Shell Diala	N0674-70	1	1	4	1	1	1	2	4	1	2	4	4	4	4	1	4	
Shell Iris 905	N0674-70	1	1	4	1	1	1	2	4	1	1	4	4	4	4	1	4	
Shell Lo Hydrax 27 et 29	N0674-70	1	1	4	1	1	1	2	4	1	2	4	4	4	4	1	4	
Shell Macoma 72	N0674-70	1	1	4	1	1	1	2	4	1	2	4	4	4	4	1	4	
Shell Tellus n° 27 (base pétrole)	N0674-70	1	1	4	1	1	1	2	4	1	1	4	4	4	4	1	4	
Shell UMF (5 % aromatique)	N0674-70	1	1	4	1	1	1	2	4	1	1	4	4	4	4	1	4	
Silicate, esters	V0747-75	2	2	4	1	1	1	1	4		1	4	4	4		1	4	
Silicone, graisse	E0540-80	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	3	
Silicone, huiles	E0540-80	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	3	
Sinclair Opaline CX-EP-Lube	N0674-70	1	1	4	1	1	1	2	4	1	1	4	4	4	2	1	4	
Skelly, solvant B, C, E,	N0674-70	1	1	4	1	1	1	4	4			4	4	4	4	1		
Skydrol 500	E0540-80	4	4	1	4	2	1	4	4	4	4	2	4	4	4	3	3	
Skydrol 7000	E0540-80	4	4	1	2	1	1	4	4	4	4	1	4	4	4	3	3	
SME (ester méthylique de soja)		2	3	4	1	1	1	2	4	1	2	4	4	3	1	4		
SME (ester méthylique de soja)	V8703-75	2	3	4	1	1	1	2	4	1	2	4	4	3	1	4		
SME (ester méthylique de soja)	V3736-75	2	3	4	1	1	1	2	4	1	2	4	4	3	1	4		
SME (ester méthylique de soja)	V8989-80	2	3	4	1	1	1	2	4	1	2	4	4	3	1	4		
SME (ester méthylique de soja)	V8727-70	2	3	4	1	1	1	2	4	1	2	4	4	3	1	4		
SME (ester méthylique de soja)	V8908-80	2	3	4	1	1	1	2	4	1	2	4	4	3	1	4		
Socony Vacuum PD959B	N0674-70	1	1	4	1	1	1	2	4	1	1	4	4	2	1	4		
Sodium, acétate	E0540-80	2	2	1	4	1	1	2	4	3	3	1	4	1	4	4	4	
Sodium, acétate	E0540-80	2	2	1	4	1	1	2	4	3	3	1	4	1	4	4	4	
Sodium, acétate, aqueux	E0540-80	3	3	1	4	1	1	3	4	4	4	1		1	3	4	4	
Sodium, aqueux	E0540-80	3	3	1	1	1	1	3	3	4	4	1		3	3	1	3	
Sodium, bicarbonate (bicarbonate de soude), (soude)	N0674-70	1	1	1	1	1	1	1	1			1	1	1	1	1	1	

11 Annexe

Indice de compatibilité ⁽¹⁾	Matière Parker	statique et dynamique														statique		
		HNBR	NBR	EPDM	FKM	FKM (HiFluor [®])	FFKM (Parofluor [®])	CR	SBR	ACM	TPU	IIR	BR	NR	CSM (Hypalon)	FVMQ	VMQ	
Sodium, bisulfate	N0674-70	1	1	1	1	1	1	1	1	4	1	1	1	1	1	1	1	
Sodium, bisulfite, aqueux	N0674-70	1	1	1	1	1	1	1	3	4	4	1	3	1	1	1	1	
Sodium, borate, à base d'eau (Borax)	N0674-70	1	1	1	1	1	1	1	1	4	4	1	1	1	1	1	1	
Sodium, carbonate, aqueux (soude)	N0674-70	1	1	1	1	1	1	1	1	4	4	1	1	1	1	1	1	
Sodium, chlorure, sel de table	N0674-70	1	1	1	1	1	1	1	1	4	4	1	1	1	1	1	1	
Sodium, cyanure, aqueux	N0674-70	1	1	1	1	1	1	1	1	4	4	1	1	1	1	1	1	
Sodium, hydroxyde, 10 % (hydroxyde de sodium)	E0540-80	3	3	1	4	1	1	1	1	4	4	1	1	1	4	4	4	
Sodium, hydroxyde, 25 %	E0540-80	3	3	1	4	1	1	1	1	4	4	1	1	1	4	4	4	
Sodium, hypochlorite, 20 %	V0747-75	2	2	2	1	1	1	4	2	4	4	2	2	2	4	2	2	
Sodium, hypochlorite, aqueux	V0747-75	4	4	3	1	1	1	3	4	4	4	3	4	3	3	3	3	
Sodium, métaphosphate (Calgon)	N0674-70	1	1	1	1	1	1	2	1			1	1	1	2	1		
Sodium, métasilicate	N0674-70	1	1	1	1	1	1	1	1			1	1	1	1			
Sodium, nitrate (nitrate de soude)	E0540-80	2	2	1		1	1	2	2			1	1	2	1		4	
Sodium, peroxyde	E0540-80	2	2	1	1	1	1	2	2	4	4	1	2	2	2	1	4	
Sodium, phosphate, primaire	N0674-70	1	1	1	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1			4	
Sodium, phosphate, secondaire	N0674-70	1	1	1	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1			4	
Sodium, phosphate, tertiaire	N0674-70	1	1	1	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1			1	
Sodium, sels	N0674-70	1	1	1	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
Sodium, silicate	N0674-70	1	1	1	1	1	1	1	1			1	1	1	1			
Sodium, sulfate, aqueux	N0674-70	1	1	1	1	1	1	1	1	4	4	1	1	1	1	1	1	
Sodium, sulfite	N0674-70	1	1	1	1	1	1	1	2	4	1	1	2	2	1	1	1	
Sodium, sulfure, aqueux	N0674-70	1	1	1	1	1	1	1	3	4	4	1	3	1	1	1	1	
Sodium, thiosulfate, aqueux (sel de fixation)	N0674-70	1	1	1	1	1	1	1	1	4	4	1	1	1	1	1	1	
Soja, huile	N0674-70	1	1	4	1	1	1	3	4	1	2	4	4	3	1	1	1	
Solution de canne à sucre	N0674-70	1	1	1	1	1	1	2	1	4	4	1	1	1	2	1	1	
Solution de décapage	V3738-75	4	4	3	2	1	1	4	4	4	4	3	4	4	4	4	4	
Solution de placage	E0540-80			1	1	1	1	4				1	4	4			4	
Solution de soude caustique, soude	E0540-80	2	2	1	2	1	1	2	2	4	4	1	2	1	1	2	2	
Solution de sulfate vert	E0540-80	2	2	1	1	1	1	2	2	4		1	2	2	2	2		
Solution savonneuse, aqueuse	E0540-80	1	1	1	1	1	1	3	3	4	4	1	3	1	1	1	1	
Solvant Stoddard	N0674-70	1	1	4	1	1	1	2	4	1	1	4	4	4	4	1	4	
Solvant Stoddard	N0674-70	1	1	4	1	1	1	2	4	1	1	4	4	4	4	1	4	
Soude (carbonate de sodium)	N0674-70	1	1	1	1	1	1	1	1			1	1	1	1	1	1	
Soude, soude caustique	E0540-80	2	2	1	2	1	1	2	2	4	4	1	2	1	1	2	2	
Soufre	E0540-80	4	4	1	1	1	1	1	4	4		1	4	4			1	
Soufre, chlorure	V0747-75	4	4	4	1	1	1	4	4	4		4	4	4	4	1	3	
Soufre, dioxyde, humide	E0540-80	4	4	1	4	1	1	2	4	4		1	4	4	3	2	2	
Soufre, dioxyde, sec	E0540-80	4	4	1	4	1	1	4	2	4		2	2	2	4	2	2	
Soufre, fondu	V0747-75	4	4	4	1	1	1	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	
Soufre, hexafluorure (SF6)	C0557-70	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	1	2	1	1	1	1	
Soufre, soude	V3738-75	2	2	2	1	1	1	2	2	4		2	2	2	2	2	4	
Soufre, trioxyde, sec	V0747-75	4	4	2	1	1	1	4	4	4	4	2	2	4	4	3	3	
Sovasol n° 1, 2 et 3	N0674-70	1	1	4	1	1	1	2	4	2	2	4	4	4	2	1	4	
Sovasol n° 73 et 74	V0747-75	2	2	4	1	1	1	2	4	2	2	4	4	4	2	1	4	
Stanno morpholine d'éthyle	E0540-80	4	4	2	4	1	1		4			2						
Stauffer 7700	V0747-75	2	2	4	1	1	1	4	4	2		4	4	4	4	2	4	

Indice de compatibilité ¹⁾	Matière Parker	statique et dynamique														statique		
		HNBR	NBR	EPDM	FKM	FKM (HiFluor®)	FFKM (Parofluor®)	CR	SBR	ACM	TPU	IIR	BR	NR	CSM (Hypalon)	FVMQ	VMQ	
Stéarique, acide	N0674-70	2	2	2	1	1	1	3	4	4	4			4	3	2		
Styrène	V3819-75	4	4	4	3	1	1	4	4	4	4	4		4	4	4		
Succinique, acide	N0674-70	1	1	1	1	1	1	1	1	4	4	1		1	1	2		
Sulfureux, acide	V0747-75	3	3	1	1	1	1	3	3	4	4	1		3	1	4		
Sulfurique, acide, 3 moles	V0747-75	4	4	2	1	1	1	3	3	2	3	3	3	3	3	4		
Sulfurique, acide, 96 %	V3738-75	4	4	4	1	1	1	4	4	4	4	4		4	4	4		
Sulfurique, acide, concentré	V3738-75	4	4	4	1	1	1	4	4	4	4	4	4	4	4	4		
Sulfurique, acide, fumant (oléum 20/25 %)	V3738-75	4	4	4	1	1	1	4	4	4	4	4	4	4	4	4		
Sunoco n° 3661	N0674-70	1	1	4	1	1	1	2	4	1	1	4	4	4	2	1		
Sunoco SAE 10	N0674-70	1	1	4	1	1	1	2	4	1	1	4	4	4	2	1		
Sunoco, toutes graisses disponibles	N0674-70	4	1	4	1	1	1	2	4	1	1	4	4	4	2	1		
Sunsafe (fluide hydraulique ininflammable)	N0674-70	1	1	4	1	1	1	2	4	4	4	4	4	4	2	1		
Swan Finch EP Lube	N0674-70	1	1	4	1	1	1	4	4	1	1	4	4	4	4	1		
Swan Hypoid-90	N0674-70	1	1	4	1	1	1	2	4	1	1	4	4	4	4	1		
T																		
Tannique, acide	N0674-70	1	1	1	1	1	1	1	1	4	4	1		1	1	1		
Tannique, acide, 10 %	N0674-70	1	1	1	1	1	1	1	2	4		1	1	1		2		
Tannique, acide, tanin	N0674-70	1	1	1	1	1	1	2	2	4		1	2	1	2	2		
Tartrique, acide, aqueux	N0674-70	1	1	1	1	1	1	1	1	4	4	1		1	1	1		
Terpinéol	V0747-75	2	2	3	1	1	1	4	4			3	4	4	4	1		
Tétrabromométhane	V0747-75	4	4	4	1	1	1	4	4	4	4	4		4	4	3		
Tétrabutyle, titanate	E0540-80	2	2	1	1	1	1	2	2			2	2	2	1	1		
Tétrachloroéthane	V3819-75	4	4	4	3	1	1	4	4	4	4	4		4	4	4		
Tétrachloroéthylène	V0747-75	4	4	4	1	1	1	4	4	4	4	4	4	4	4	2		
Tétraéthyle, mélange de plomb	V0747-75	2	2	4	1	1	1	4	4			4	4	4	4	2		
Tétraéthyle, plomb	V0747-75	3	3	4	1	1	1	4	4	4	4	4		4	4	3		
Tétrahydrofuranne (THF)	E0540-80	4	4	2	4	2	1	4	4	4		2	4	4	4			
Tetralin	V0747-75	4	4	4	1	1	1	4	4			4	4	4	4	1		
Texaco 3450 (huile de transmission)	N0674-70	1	1	4	1	1	1	4	4	1	1	4	4	4	4	1		
Texaco Capella A et AA	N0674-70	1	1	4	1	1	1	2	4	1	2	4	4	4	4	1		
Texaco Regal B	N0674-70	1	1	4	1	1	1	4	4	1	1	4	4	4	4	1		
Texaco Uni-Temp. lubrifiant	N0674-70	1	1	4	1	1	1	2	4	1	1	4	4	4	4	1		
Texamatic 1581, fluide	N0674-70	1	1	4	1	1	1	2	4	1	2	4	4	4	4	2		
Texamatic 3401, fluide	N0674-70	1	1	4	1	1	1	2	4	1	2	4	4	4	4	2		
Texamatic 3525, fluide	N0674-70	1	1	4	1	1	1	2	4	1	2	4	4	4	4	2		
Texamatic 3528, fluide	N0674-70	1	1	4	1	1	1	2	4	1	2	4	4	4	4	2		
Texamatic A, huile de transmission	N0674-70	1	1	4	1	1	1	2	4	1	2	4	4	4	4	2		
Texas 1500, huile	N0674-70	1	1	4	1	1	1	2	4	1	1	4	4	4	4	1		
Thé	E0540-80	1	1	1		1	1											
Thiokol TP-90B (polyester plastifiant)	E0540-80	4	4	1	1	1	1	2	4			1			2	2		
Thiokol TP-95	E0540-80	4	4	1	1	1	1	2	4			1			2	2		
Tidewater Multigear 140, EP-Lube	N0674-70	1	1	4	1	1	1	2	4	1	1	4	4	4	2	1		
Tidewater Oil-Beedol	N0674-70	1	1	4	1	1	1	2	4	1	1	4	4	4	4	1		
Titane, tétrachlorure	V0747-75	2	2	4	1	1	1	4	4	4	4	4	4	4	4	2		
Toluène	V0747-75	4	4	4	1	1	1	4	4	4	4	4		4	4	3		
Toluène, diisocyanate	E0540-80	4	4	2	4	1	1	4	4	4	4	2		4	4	4		

11 Annexe

Indice de compatibilité ¹⁾	Matière Parker	statique et dynamique														statique		
		HNBR	NBR	EPDM	FKM	FKM (HiFluor [®])	FFKM (Parofluor [®])	CR	SBR	ACM	TPU	IIR	BR	NR	CSM (Hypalon)	FVMQ	VMQ	
Transmission, huile (Type A)	N3813-70	1	1	4	1	1	1	2	4	1	1	4	4	4	2	1	2	
Triacétine	E0540-80	2	2	1	4	1	1	2	3	4	4	1	2	2	2	4		
Triarylphosphate	E0540-80	4	4	1	1	1	1	4	4	4	4	1	4	4	4	2	3	
Tributoxyéthyle, phosphate	E0540-80	4	4	1	1	1	1	4	2	4	4	1	2	2	4	2		
Tributyle, mercaptan	V0747-75	4	4	4	1	1	1	4	4	4		4	4	4	4	3	4	
Tributyle, phosphate	E0540-80	4	4	1	4	1	1	4	4	4	4	1		3	4	4	4	
Trichloracétique, acide	E0540-80	2	2	2	3	1	1	3	3	4	4	2		4	3	4	4	
Trichloroéthane	V0747-75	4	4	4	1	1	1	4	4	4	4	4	4	4	4	2	4	
Trichloroéthylène (Tri)	V0747-75	4	4	4	1	1	1	4	4	4	4	4		4	4	3	4	
Trichlorométhane (chloroforme)	V0747-75	4	4	4	1	1	1	4	4	4	4	4	4	4	4	2	4	
Tricrésylphosphate (ester) (TCP)	E0540-80	4	4	1	1	1	1	4	4	4	4	1		4	4	3	1	
Triéthanolamine	E0540-80	3	3	2	4	2	1	2	2	4	4	2	2	2	2	4		
Trifluoroéthane	V0747-75	4	4	4	1	1	1	4	4	4	4	4	4	4	4	2	4	
Trinitrotoluène	V0747-75	4	4	4	2	1	1	3	4			4		4	3	3		
Triocetylphosphate (ester)	E0540-80	4	4	1	3	1	1	4	4	4	4	1		4	4	3	4	
Tripolyphosphate	E0540-80	4	4	1	2	1	1	3	4	4	4	1	4	4	4	1	3	
Turbine, huile n° 15 (Mil-L-7808)	V0747-75	2	2	4	1	1	1	4	4	2	4	4	4	4	4	2	4	
Turbine, huile n° 35	N0674-70	1	1	4	1	1	1	2	4	1	1	4	4	4	4	1	4	
Turpentine	N0674-70	1	1	4	1	1	1	4	4	3	4	4		4	4	2	4	
U																		
Ucon Fat 50-HB-100	N0674-70	1	1	1	1	1	1	1	1			1	1	1	1	1	1	
Ucon Fat 50-HB-260	N0674-70	1	1	1	1	1	1	1	1			1	1	1	1	1	1	
Ucon Fat 50-HB-5100	N0674-70	1	1	1	1	1	1	1	1			1	1	1	1	1	1	
Ucon Fat 50-HB-55	N0674-70	1	1	1	1	1	1	1	1			1	1	1	1	1	1	
Ucon Fat 50-HB-660	N0674-70	1	1	1	1	1	1	1	1			1	1	1	1	1	1	
Ucon Fat LB-1145	N0674-70	1	1	1	1	1	1	1	1			1	1	1	1	1	1	
Ucon Fat LB-135	N0674-70	1	1	1	1	1	1	1	1			1	1	1	1	1	1	
Ucon Fat LB-285	N0674-70	1	1	1	1	1	1	1	1			1	1	1	1	1	1	
Ucon Fat LB-300X	N0674-70	1	1	1	1	1	1	1	1			1	1	1	1	1	1	
Ucon Fat LB-625	N0674-70	1	1	1	1	1	1	1	1			1	1	1	1	1	1	
Ucon Fat LB-65	N0674-70	1	1	1	1	1	1	1	2			1	2	2	2	1	1	
Ucon Hydrolube J-4	N0674-70	1	1	1	1	1	1	2	1	4	4	1	2			2	1	
Ucon Oil 50-HB-280X	N0674-70	1	1	1	1	1	1	1	1			1	1	1	1	1	1	
Ucon Oil LB-385	N0674-70	1	1	1	1	1	1	1	1			1	1	1	1	1	1	
Ucon Oil LB-400X	N0674-70	1	1	1	1	1	1	1	1			1	1	1	1	1	1	
Univis 40 (fluide hydraulique)	N0674-70	1	1	4	1	1	1	2	4	1	1	4	4	4	2	1	4	
Unsym. diméthyle hydrazine (UDMH)	E0540-80	2	2	1	4	1	1	2	2			1	1	1	1	4	4	
Urée, aqueuse	N0674-70	1	1	1	1	1	1	1	1	4	4	1		1	1	1	1	
V																		
Vapeur au-dessus de 150 °C	V8545-75	4	4	2	4	2	1	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	
Vapeur jusqu'à 150 °C	E0540-80	4	4	1	4	1	1	4	4	4	4	1		4	4	4	4	
Vaseline	N0674-70	1	1	4	1	1	1	2	4	1	1	4	4	4	2	1	4	
Vaseline	N0674-70	1	1	4	1	1	1	3	4	1	1	4		4	3	1	1	
Vernis	V0747-75	2	2	4	1	1	1	4	4	4	3	4	4	4	4	2	4	
Versilube F-50	E0540-80	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	3	
Vin, vin blanc, vin rouge	N8551-75	1	1	1	1	1	1	1	1	4	4	1		1	1	1	1	

Indice de compatibilité ¹⁾	Matière Parker	statique et dynamique														statique		
		HNBR	NBR	EPDM	FKM	FKM (HiFluor®)	FFKM (Parofluor®)	CR	SBR	ACM	TPU	IIR	BR	NR	CSM (Hypalon)	FVMQ	VMQ	
Vinaigre	E0540-80	3	3	1	4	1	1	3	3	4	4	1	1	3	4	1		
Vinylacétyleène	E0540-80	1	1	1	1	1	1	2	2			1	2	2	2	2		
VV-H-910	E0540-80	3	3	1	1	1	1	2		4	4	2	2	2	2	2		
W																		
Wagner 21B, liquide de frein	E0540-80	3	3	1	4	1	1	2	1			2		2	4	3		
Wemco C	N0674-70	1	1	4	1	1	1	2	4	1	1	4	4	4	4	4		
Whisky	N8551-75	1	1	1	1	1	1	1	1	4	4	1		1	1	1		
Wodman, sel® (imprégnation du bois)	N0674-70	1	1	1	1	1	1	2	1	2	1	1	1	1	1	1		
X																		
Xénon	N0674-70	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1		
Xylène	V0747-75	4	4	4	1	1	1	4	4	4	4	4		4	4	4		
Xylidine (mélange d'amines aromatiques)	V8920-75	3	3	4	4	1	1	4	4	4	4	4	4	4	4	4		
Z																		
Zéolite	N0674-70	1	1	1	1	1	1	1	1			1	1	1	1	1		
Zinc, acétate	E0540-80	2	2	1	4	1	1	2	4	4	4	1	4	1	4	4		
Zinc, chlorure	N0674-70	1	1	1	1	1	1	1	1	4		1	1	1	1	1		
Zinc, sels	N0674-70	1	1	1	1	1	1	1	1	4	1	1	1	1	1	1		
Zinc, sulfate	N0674-70	1	1	1	1	1	1	1	2	4		1	2	2	1	1		

¹⁾ Indice de compatibilité : 1 = satisfaisante, 2 = moyenne, 3 = conditionnelle, 4 = insatisfaisante, espace vide = données insuffisantes

Tab. 11.4 Tableau des compatibilités avec les fluides

11 Annexe

11.4 Index alphabétique

A

Allongement à la rupture, 114
Applications pour les gaz, 94
Arêtes vives, 19
Assortiments de joints toriques, 64
Avantages des joints toriques, 7

B

Bagues anti-extrusion Parbak®, 55
Basses températures, 92
Biomédecine, 90
Boîte de vitesses, 90

C

Caoutchouc acrylonitrile-butadiène, 74
Caoutchouc butadiène (BR), 74
Caoutchouc butyle (IIR), 74
Caoutchouc chlorobutyle (CIIR), 75
Caoutchouc chloroprène (CR), 75
Caoutchouc chlorosulfonyl-polyéthylène (CSM), 75
Caoutchouc épichlorhydrine (CO, ECO), 75
Caoutchouc éthylène-acrylate (AEM), 76
Caoutchouc Ethylène-propylène (EPM, EPDM), 76
Caoutchouc fluorocarbonate (FKM), 76
Caoutchouc fluorosilicone (FVMQ), 77
Caoutchouc nitrile butadiène hydrogéné (HNBR), 77
Caoutchouc perfluoré (FFKM), 77
Caoutchouc polyacrylate (ACM), 77
Chanfreins, 18
Circuit de carburant, 89
Coefficient de dilatation thermique, 99
Commandes, 70
Compression, 116
Compression et dimensions de conception, 21
Conception croisée, 17
Conception flottante, 39
Corrosion, 103
Courroies d'entraînement, 15

D

D 2000, 81
de commande, 70
Décompression explosive, 123
Défaillance due à la déformation, 122
Définition de la conception, 9
Déformation rémanente à la traction, 118
Déformation rémanente après compression, 100
Deutscher Verband für Gas und Wasser e.V. - Association allemande pour le Gaz et l'Eau, 87
Dimensions de la gorge rectangulaire – déformation axiale, 11
Dimensions de logement pour joint torique flottant, 15
Dimensions des gorges en queue d'aronde, 12
Dimensions du logement – déformation radiale, 10
Dimensions du logement – joint dynamique – hydraulique, 13
Dimensions du logement – pneumatique, 14
Diminution de la section, 107

Dureté, 106

E

Effet de Gough-Joule, 106
Élastomères, 71
Élastomères de base, 74
Élastomères thermoplastiques (TPE), 73
Équipements à énergie solaire, 91
Erreurs de montage, 124
Étanchéité, étanchéité technique, 101
Étanchéité au vide, 97
Étanchéité dynamique, 7, 34
Étanchéité par joint torique, 7
Exemple de commande, 52, 53
Extrusion, 121

F

Finition de surface, 56
Finition de surface de la face d'étanchéité, 108
Fluage dans le jeu d'extrusion, 121
Force de déformation de la section, 115
Friction, 110

G

Graisse d'assemblage, 63

H

Hautes températures, 91
Homologations, 87
Hydraulique, 37
Hydraulique - compression et dimensions de conception, 34
Hydraulique - joint de piston dynamique, 35

I

Impuretés, 19
Indice de compatibilité avec les élastomères (ECI), 102
Industrie aérospatiale, 96
Industrie automobile, 89
Industrie du pétrole et du gaz, 96
Industries alimentaire et pharmaceutique, 96
Ingénierie nucléaire, 96
Instructions de construction et d'assemblage, 18

J

Joint de bride, 21, 30
Joint de piston, 21, 34, 39
Joint de tige, 21
Joint de tige statique, 26
Joints, 21
Joints dynamiques, 12
Joints dynamiques – hydraulique, 12
Joints dynamiques – pneumatique, 14
Joints statiques, 9
Joints statiques – gorge en queue d'aronde, 11
Joints statiques – montage axial, 10
Joints statiques – montage radial, 10
Joints toriques pour raccords vissés, 52
Joints toriques torsadés, 123

Joint torique roulé, 19

K

KTW, 87

L

La déformation rémanente après compression, 100

Les joints toriques de la série 2-xxx, 47

Les caoutchoucs synthétiques les plus importants, 71

Les raccords vissés, 52

L'allongement., 19

M

Matériaux plastiques thermodurcissables, 73

Matériaux thermoplastiques, 71

Matières de joints toriques, 7

Matières pour les courroies d'entraînement, 15

Matières résistantes aux moisissures, 98

Modification de volume, 118

Moteur, 89

N

Normes, 125

P

Parker O-Lube, 64

Parker Super-O-Lube, 64

Perbunan, 74

Piston pneumatique – assemblage flottant, 14

Pneumatique -, 42

Pneumatique - assemblage flottant dynamique, 44

Pneumatique - compression et dimensions de conception, 39

Pneumatique - joint de piston dynamique, 40

Polyuréthane thermoplastique (TPU)., 78

Procédés chimiques, 90

Production de semi-conducteurs, 94

Propriétés électriques des élastomères, 103

Q

Qualité, 119

R

Rayonnement, 115

Références croisées des tailles, 127

Relaxation des tensions, 114

rémanente après compression, 122

Résilience au rebondissement, 114

Résistance à la déchirure, 118

Résistance à la traction, 114

Revêtements de surface , 68

Revêtements de surface ParCoat, 70

Revêtements de surface Parcoat®, 68

Rugosité de la finition de surface – joint statique, 10, 11, 12

S

SAE, 53

Sanitaire, 97

Sélection de la matière, 79

Statiques, 21

Stockage, 107

Supports de montage, 20

Système de freinage, 89

Systèmes de climatisation, 90

T

Tableau des compatibilités avec les fluides, 131

Taux de fuite de gaz, 104

Technologies du froid et de la climatisation, 94

Températures extrêmes, 91

Terminologie concernant la rugosité, 109

Tests de vieillissement, 99

Tolérances, 51

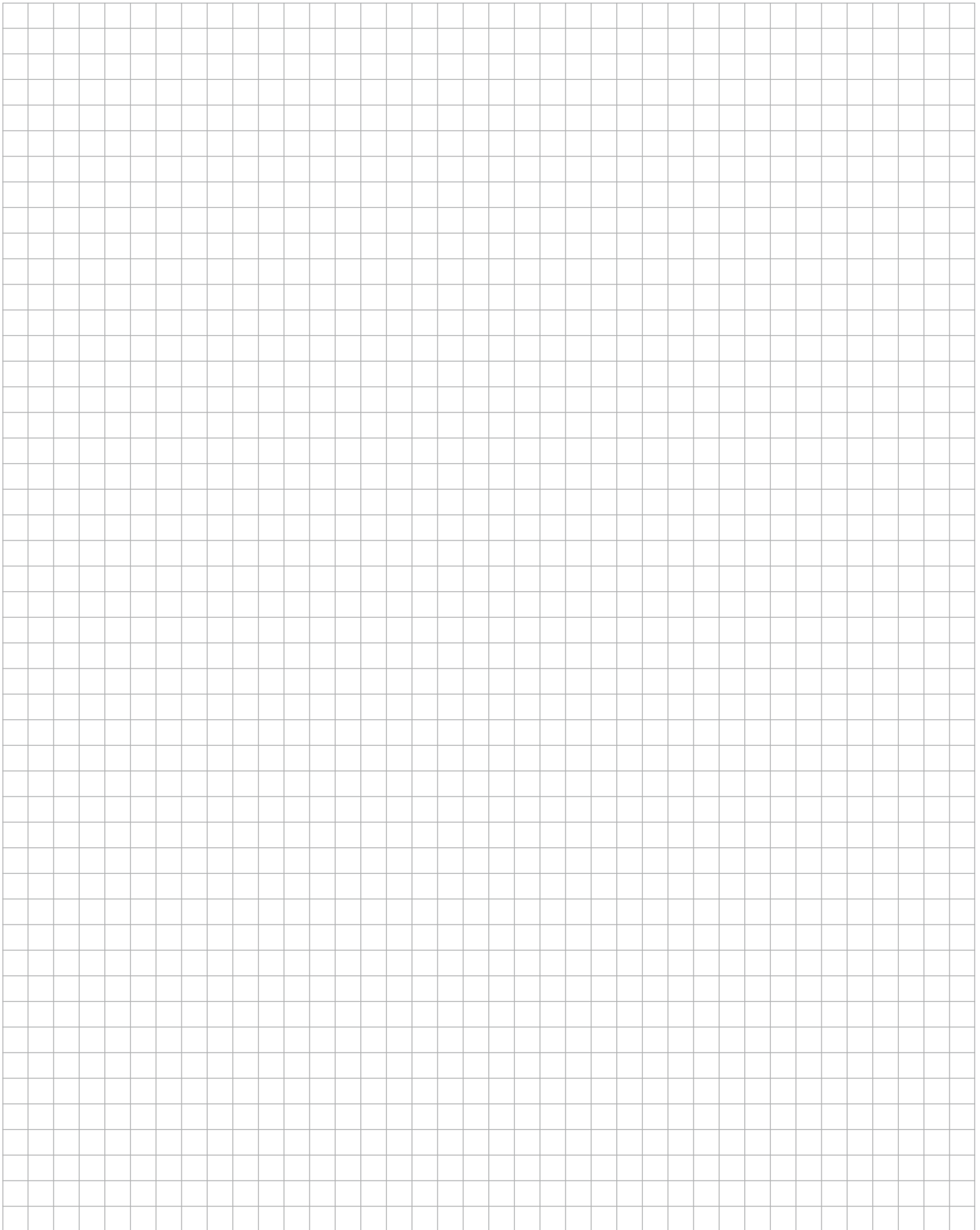
Traversée des ports croisés forés, 19

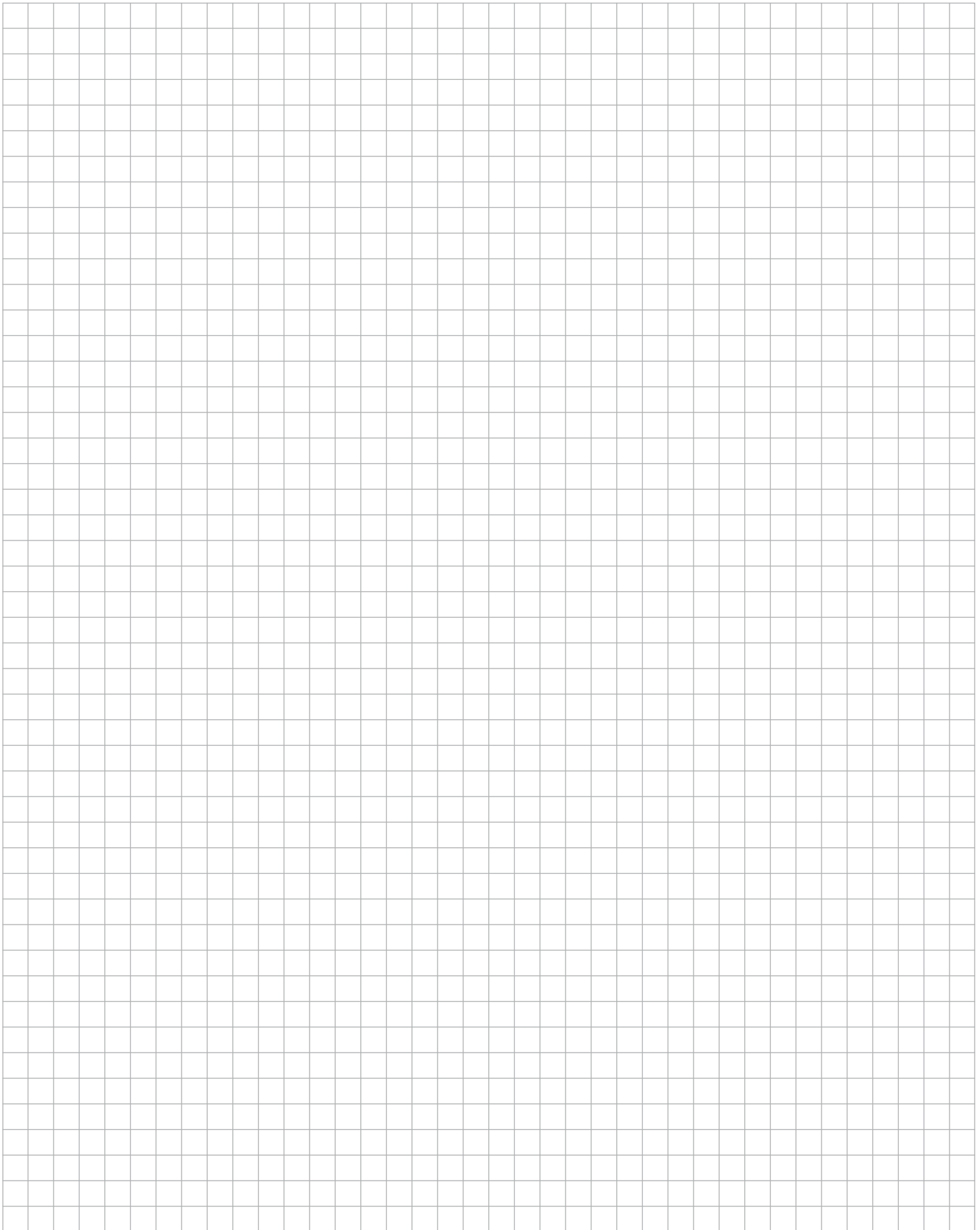
U

Usure, 113

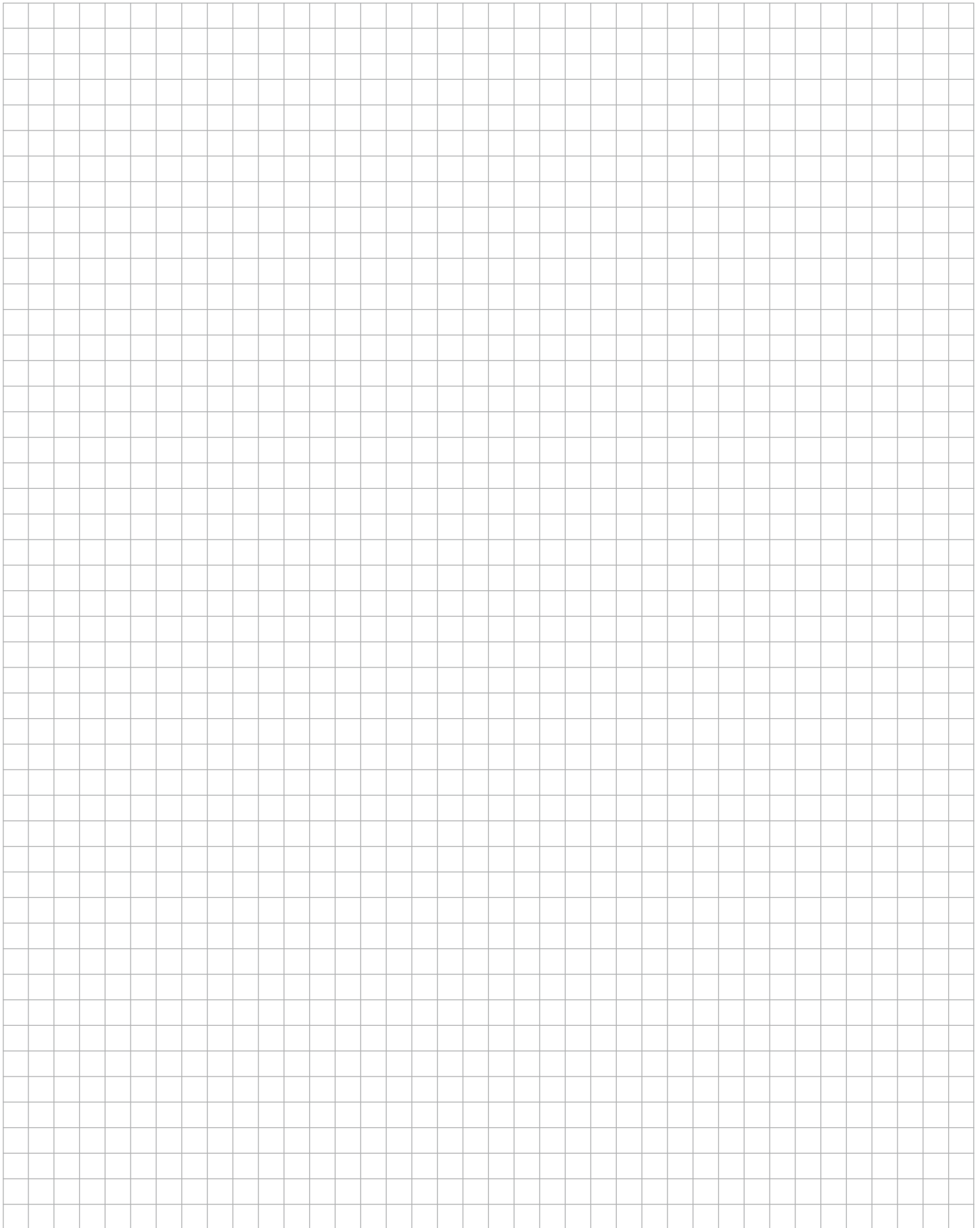
V

Vieillessement, 99





Notes



Parker dans le monde

Europe, Moyen Orient,
Afrique

AE – Émirats Arabes Unis, Dubai

Tél: +971 4 8127100
parker.me@parker.com

AT – Autriche, Wiener Neustadt

Tél: +43 (0)2622 23501-0
parker.austria@parker.com

AT – Europe de l'Est, Wiener Neustadt

Tél: +43 (0)2622 23501 900
parker.easteurope@parker.com

AZ – Azerbaïdjan, Baku

Tél: +994 50 2233 458
parker.azerbaijan@parker.com

BE/LU – Belgique, Nivelles

Tél: +32 (0)67 280 900
parker.belgium@parker.com

BG – Bulgarie, Sofia

Tél: +359 2 980 1344
parker.bulgaria@parker.com

BY – Biélorussie, Minsk

Tél: +48 (0)22 573 24 00
parker.poland@parker.com

CH – Suisse, Etoy

Tél: +41 (0)21 821 87 00
parker.switzerland@parker.com

CZ – République Tchèque, Klecany

Tél: +420 284 083 111
parker.czechrepublic@parker.com

DE – Allemagne, Kaarst

Tél: +49 (0)2131 4016 0
parker.germany@parker.com

DK – Danemark, Ballerup

Tél: +45 43 56 04 00
parker.denmark@parker.com

ES – Espagne, Madrid

Tél: +34 902 330 001
parker.spain@parker.com

FI – Finlande, Vantaa

Tél: +358 (0)20 753 2500
parker.finland@parker.com

FR – France, Contamine s/Arve

Tél: +33 (0)4 50 25 80 25
parker.france@parker.com

GR – Grèce, Athènes

Tél: +30 210 933 6450
parker.greece@parker.com

HU – Hongrie, Budaörs

Tél: +36 23 885 470
parker.hungary@parker.com

IE – Irlande, Dublin

Tél: +353 (0)1 466 6370
parker.ireland@parker.com

IL – Israël

Tel: +39 02 45 19 21
parker.israel@parker.com

IT – Italie, Corsico (MI)

Tél: +39 02 45 19 21
parker.italy@parker.com

KZ – Kazakhstan, Almaty

Tél: +7 7273 561 000
parker.easteurope@parker.com

NL – Pays-Bas, Oldenzaal

Tél: +31 (0)541 585 000
parker.nl@parker.com

NO – Norvège, Asker

Tél: +47 66 75 34 00
parker.norway@parker.com

PL – Pologne, Warszawa

Tél: +48 (0)22 573 24 00
parker.poland@parker.com

PT – Portugal

Tel: +351 22 999 7360
parker.portugal@parker.com

RO – Roumanie, Bucarest

Tél: +40 21 252 1382
parker.romania@parker.com

RU – Russie, Moscou

Tél: +7 495 645-2156
parker.russia@parker.com

SE – Suède, Spånga

Tél: +46 (0)8 59 79 50 00
parker.sweden@parker.com

SK – Slovaquie, Banská Bystrica

Tél: +421 484 162 252
parker.slovakia@parker.com

SL – Slovénie, Novo Mesto

Tél: +386 7 337 6650
parker.slovenia@parker.com

TR – Turquie, Istanbul

Tél: +90 216 4997081
parker.turkey@parker.com

UA – Ukraine, Kiev

Tél: +48 (0)22 573 24 00
parker.poland@parker.com

UK – Royaume-Uni, Warwick

Tél: +44 (0)1926 317 878
parker.uk@parker.com

ZA – Afrique du Sud, Kempton Park

Tél: +27 (0)11 961 0700
parker.southafrica@parker.com

Amérique du Nord

CA – Canada, Milton, Ontario

Tél: +1 905 693 3000

US – USA, Cleveland

Tél: +1 216 896 3000

Asie Pacifique

AU – Australie, Castle Hill

Tél: +61 (0)2-9634 7777

CN – Chine, Shanghai

Tél: +86 21 2899 5000

HK – Hong Kong

Tél: +852 2428 8008

IN – Inde, Mumbai

Tél: +91 22 6513 7081-85

JP – Japon, Tokyo

Tél: +81 (0)3 6408 3901

KR – Corée, Seoul

Tél: +82 2 559 0400

MY – Malaisie, Shah Alam

Tél: +60 3 7849 0800

NZ – Nouvelle-Zélande, Mt Wellington

Tél: +64 9 574 1744

SG – Singapour

Tél: +65 6887 6300

TH – Thaïlande, Bangkok

Tel: +662 186 7000

TW – Taiwan, Taipei

Tél: +886 2 2298 8987

Amérique du Sud

AR – Argentine, Buenos Aires

Tél: +54 3327 44 4129

BR – Brésil, Sao Jose dos Campos

Tel: +55 800 727 5374

CL – Chili, Santiago

Tél: +56 2 623 1216

MX – Mexico, Toluca

Tél: +52 72 2275 4200