



EUROPEAN
SEALING
TECHNOLOGY
Seals for industry

JOINTS TORIQUES

O-RINGS

Documentation technique



European Sealing Technology - Industrial sealing solutions

5 rue Luss Arendt | L-8389 Grass | Luxembourg +352 26 84 56 76 info@est-seals.eu est-seals.eu



Présentation Générale

Présentation Générale

EUROPEAN SEALING TECHNOLOGY a depuis plusieurs années développé un savoir-faire dans l'étude et le développement de joint torique. Cette pièce de caoutchouc est un élément d'étanchéité efficace et économique pour beaucoup d'application.

Nos o-rings sont produits suivant les standards tels que les normes AS568 et BS1806, BS ISO 3601-1; mais aussi sur mesure. Grâce à notre stock étoffé et à nos nombreux outillages, nous sommes capables d'offrir un très grand nombre d'o-rings dans un délai très court.

En cas de demande plus spécifique, nous sommes également à-même de fournir des o-rings ou pièce moulées sur mesure.

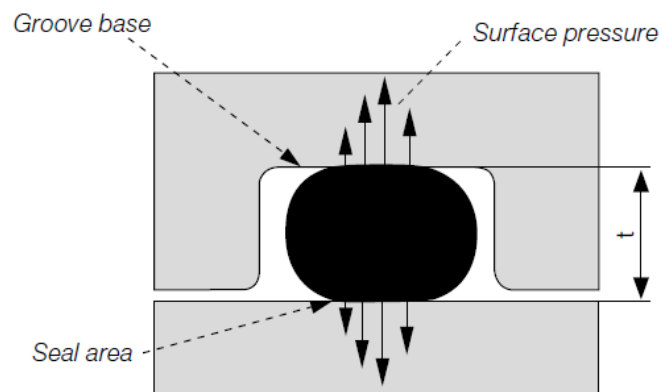
Domaine d'activité de nos clients :

Pneumatique - Papeterie - Aluminium - Ingénierie - Sidérurgie - Cimenterie - ...

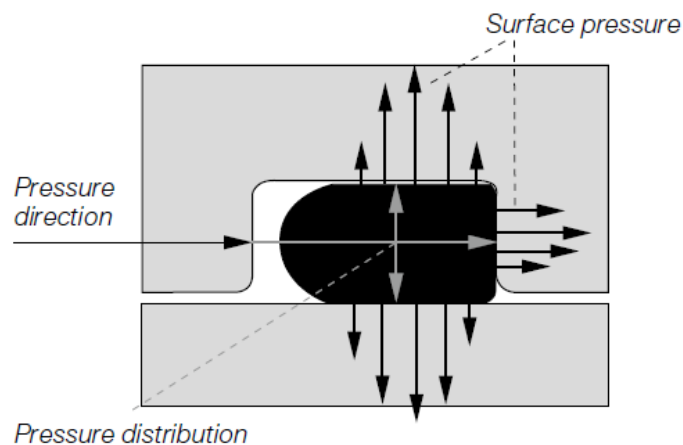
Le principe de fonctionnement du joint torique

Le principe de fonctionnement du joint torique

Le joint torique est monté dans une gorge de profondeur inférieure au tore du joint afin de créer une compression initiale. La déformation de l'élastomère va engendrer une force (de par son élasticité) sur les parois et ainsi assurer l'étanchéité au fluide à faible pression. Les o-rings sont utilisés pour deux types d'applications, les applications statiques et les applications dynamiques (plus exigeantes).



Compressed O-Ring in installation space without pressure

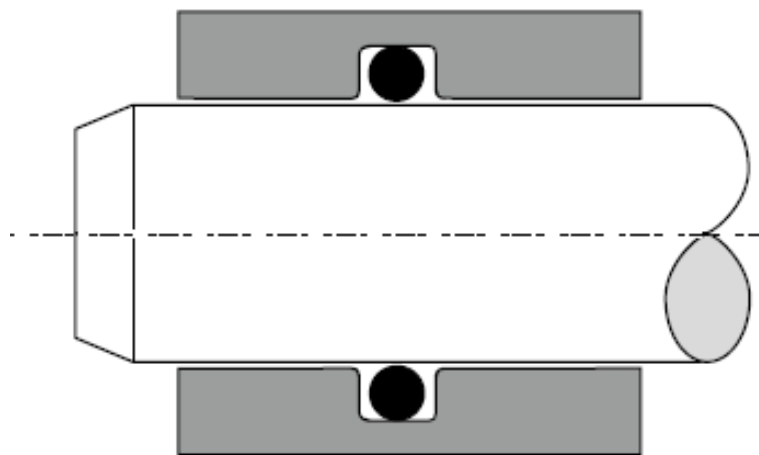


Compressed O-Ring in installation space under pressure

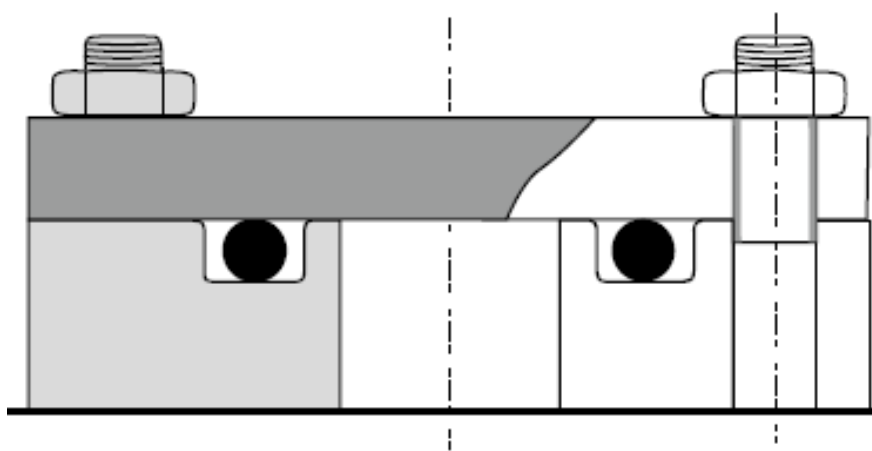
De manière générale, pour les utilisations statiques, un taux de compression initiale de 15 à 30 % est recommandé, alors que pour les utilisations dynamiques (hydraulique, pneumatique) celui-ci varie de 20 %. La hauteur de la gorge étant déterminée par ce taux de compression, la largeur doit être adaptée de manière à accepter la forme elliptique de l'o-ring après compression et à laisser entrer du fluide dans la gorge pour appliquer la pression uniforme sur l'o-ring. Le principal effet à éviter est le sur-remplissage de la gorge. Il est donc communément admis qu'un remplissage inférieur à 85% est

optimal pour laisser de la place en cas de dilatation thermique ou de gonflement dû au contact avec le média.

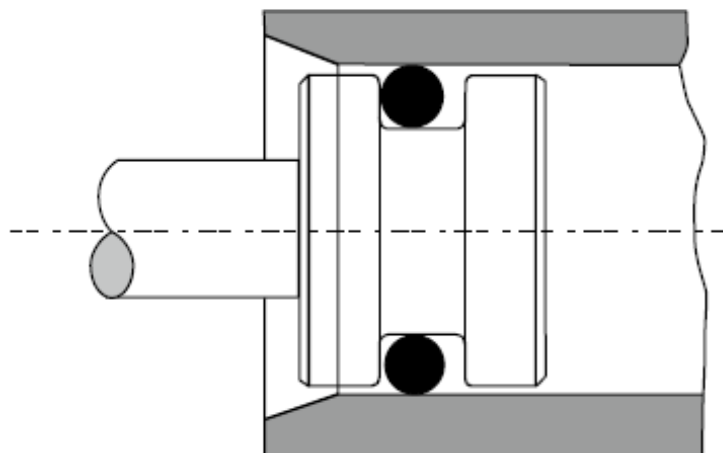
Le tableau ci-dessous reprend quelques valeurs de gorge pour des applications statiques et dynamiques.



Rod seals / radial sealing



Flange seals / axial sealing



Piston seals / radial sealing



Ci-dessous le tableau reprenant les valeurs de compression standard en fonction des tores :

Ci-dessous le tableau reprenant les valeurs de compression standard en fonction des tores :

Tore du joint	Hauteur de gorge	Largeur de gorge (sans BAE)	Tore du joint	Hauteur de gorge	Largeur de gorge (sans BAE)
1.5	1.15	2.1	1.5	1.3	2.1
1.78	1.4	2.4	1.78	1.55	2.4
2	1.65	2.8	2	1.75	2.8
2.4	1.75	3.2	2.4	2.05	3.2
2.5	2.05	3.3	2.5	2.2	3.3
2.62	2.2	3.6	2.62	2.35	3.6
3	2.3	4.1	3	2.6	4.1
3.5	2.9	4.8	3.5	3.15	4.8
3.53	2.9	4.8	3.5	3.15	4.8
4	3.4	4.8	4	3.5	4.8
4.5	3.8	6	4.5	4	5.9
5	4.2	6.7	5	4.5	6.5
5.33	4.4	7.1	5.33	4.7	7.1
5.7	4.45	7.6	5.7	5.05	7.6
6	5.1	7.9	6	5.4	7.9
6.99	6	9.4	6.99	6.3	9.5
8	6.8	10.6	8	7.15	10.8
8.4	6.65	11	8.4	7.6	11.2
9	7.6	12.1	9	8.1	12.4
10	8.5	13.3	10	9	13.9

R fond de gorge : 0.3mm (tore < 3mm), 0.6mm (3mm <= tore < 5.5mm), 1mm (5.5mm <= tore)

R dessus de gorge : 0.2mm

Choix du diamètre du joint

Choix du diamètre du joint

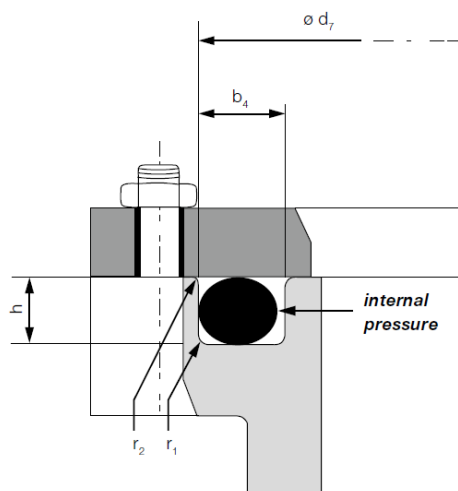
Application

statique

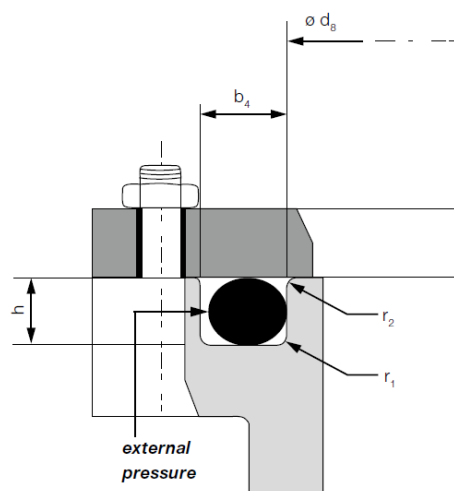
Pour des installations à pression interne, on choisira un o-ring de diamètre extérieur égale ou légèrement plus grand (0 à 3%) à celui de la gorge de sorte que l'o-ring soit légèrement comprimé sur son diamètre.

Pour les installations à pression externes, on choisira un o-ring de diamètre intérieur égale ou légèrement plus petit (0 - 3%) à celui de la gorge de sorte que l'o-ring soit légèrement étiré. Pour un même diamètre intérieur, si le tore augmente, la durée de vie du joint augmente, la résistance à la torsion augmente, l'influence des tolérances sur le serrage diminues... Le tableau ci-dessous reprend les limites indicatives de diamètre intérieur en fonction des tores standards.

Dia Int (mm)	<20	<40	<200	<400	>400
--------------	-----	-----	------	------	------



Flange seal – internal pressure



Flange seal – external pressure

Application dynamique

Application

dynamique

Pour une utilisation de l'o-ring comme joint de piston, on choisira un o-ring de diamètre intérieur légèrement inférieur au diamètre intérieur de la gorge (1 - 6%) de la tige de sorte que l'o-ring soit monté légèrement tendu.

Pour une utilisation de l'o-ring comme joint de tige, on choisira un o-ring de diamètre extérieur légèrement supérieur au diamètre extérieur de la gorge (1 - 3%) de sorte que l'o-ring soit monté légèrement comprimé.

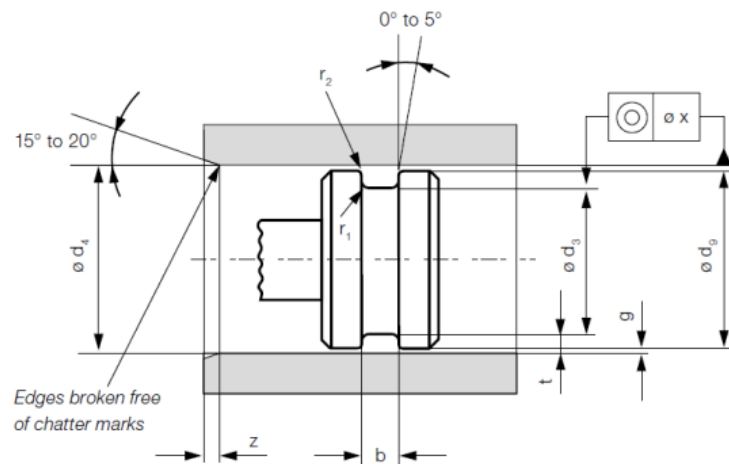
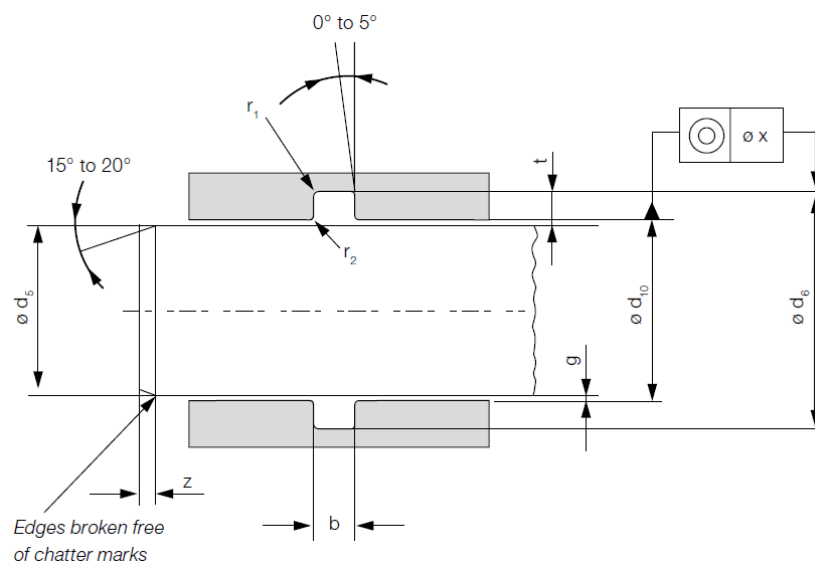


Illustration of the installation space in a radial piston seal



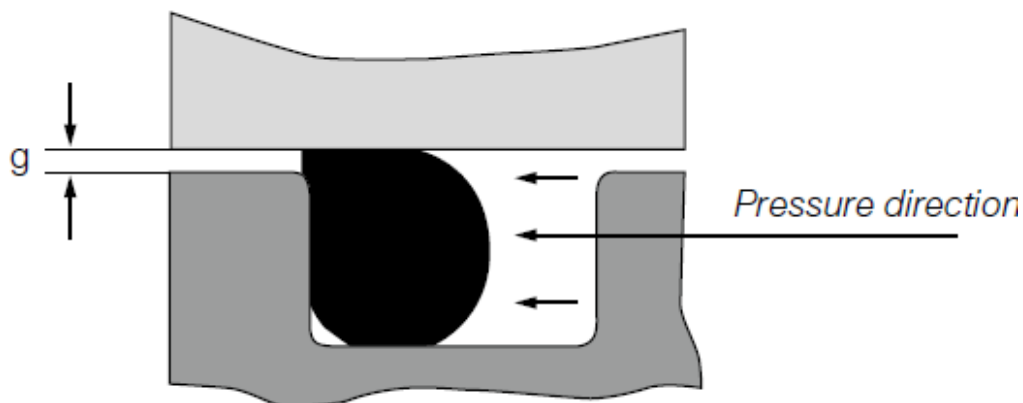
Application

à haute pression

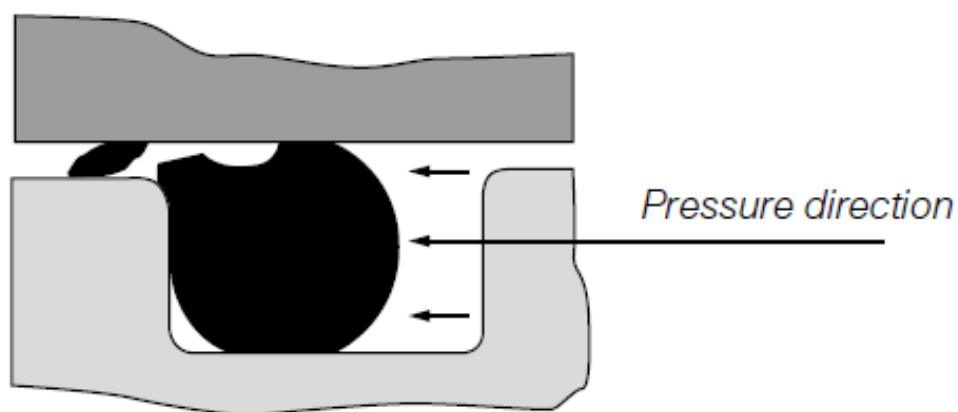


Lorsque la pression est trop importante, il arrive que le joint soit endommagé par celle-ci (phénomène d'extrusion) et ne remplisse plus son rôle d'étanchéité. Afin d'éviter ce problème, deux solutions peuvent être envisagées. Premièrement, on peut augmenter la dureté de l'o-ring, qui est généralement de 70 shore A, et la passer à 90 shore A. (recommandé quand la pression dépasse 63 bar). Deuxièmement, on peut placer une bague (ou deux) anti-extrusion (BAE) d'une dureté supérieure à l'o-ring. Généralement réalisée en PTFE ou en PEEK, cette bague aux dimensions très précises agit comme barrière entre l'o-ring et le gap/jeu mécanique. Elle est fortement recommandée lorsque la pression dépasse les 100 bars (-> 400 bars).

1.87	1.5
2.62	1.5
3.53	1.5
5.33	1.8
6.99	2.6

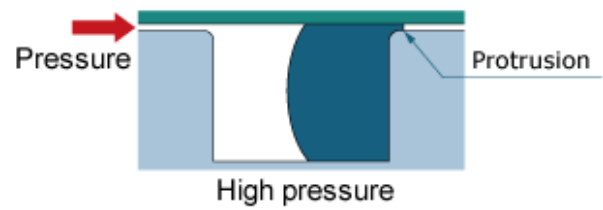
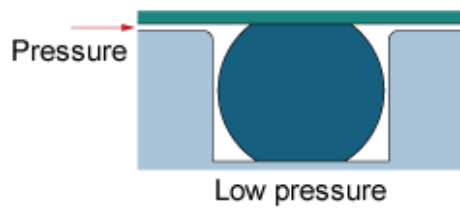


O-Ring behaviour under pressure

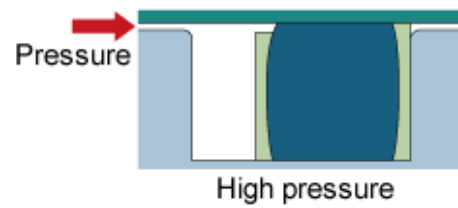
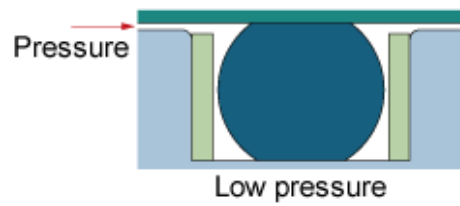


Extruded O-Ring

Without backup ring



With backup ring





O-ring dureté 70 shore A					
Pressure (bar)	Jeu mécanique (mm)				
<=	0.08	0.09	0.1	0.13	0.15
<=	0.06	0.07	0.08	0.09	0.1
<=	0.03	0.04	0.05	0.07	0.08
O-ring dureté 90 shore A					
Pressure (bar)	Jeu mécanique (mm)				
<=	0.13	0.15	0.2	0.23	0.25
<=	0.1	0.13	0.15	0.18	0.2
<=	0.07	0.09	0.1	0.13	0.15
<=	0.05	0.07	0.08	0.09	0.1
<=	0.04	0.06	0.07	0.08	0.09
<=	0.03	0.04	0.05	0.07	0.08
<=	0.020	0.03	0.03	0.04	0.04

Elastomères

Elastomères

Ci-dessous une liste non exhaustive des différents élastomères disponibles. Chacun d'entre eux présente ces propres spécifications (résistance à la température, chimique, mécanique).

Température :

Trois types de limites de température sont à prendre en compte lors du choix de la matière :

La température min : Température à laquelle l'élastomère perd en élasticité et en propriétés mécaniques (résistance à la traction...), connu sous le nom de « glass transition température ». Ce processus est réversible si la température remonte.

Température max : Température à laquelle, l'élastomère se



désagrége ou se fissure si il y est exposé trop longtemps. Le processus ici est irréversible.

Température pic : Température max à laquelle un élastomère peut être exposé un court laps de temps sans être endommagé et conserver ses propriétés physiques.

Note importante : Les températures limites d'expositions dépendent du type de media (air, eau, huile...).



Material Designa	Natural Rubber	Butyl	Neoprene	Ethylene Propylene	Nitrile	Hydrogenated Nitrile	Silicone	Fluorosilicone	Fluorocarbon Viton
Nomenclature	NR	IIR	CR	EPDM	NBR	HNBR	SI/VMQ	Fsi/FVMQ	FPM/FKM
Hardness Range	30-95°	40-85°	30-90°	30-90°	40-100°	50-95°	40-80°	40-80°	50-95°
Heat Resistance (°c)									
Maximum Continuous	75°c	120°c	95°c	140°c	100°c	150°c	205°c	180°c	204°c
Maximum Intermittent	105°c	135°c	125°c	150°c	130°c	160°c	300°c	200°c	300°c
Low Temperature Resistance	-60°c	-50°c	-40°c	-40°c	-20°c	-30°c	-60°c(special)	-60°c	-20°c

Résistance chimique :

Résistance chimique :

Outre la température, la compatibilité chimique de



l'élastomère est à prendre en compte lors du choix des

matériaux

. En effet, une incompatibilité chimique peut

entraîner deux types de modifications sur le joint.

Premièrement des modifications physiques qui font que

le joint gonfle ou rétréci et n'est plus à même de remplir

son rôle d'étanchéité, soit parce qu'il est mécaniquement détruit par son logement (voir cassure due à

la surcompression) à cause du gonflement, soit parce qu'il n'assure plus une pression suffisante sur

les parois à cause de son rétrécissement. Deuxièmement, des modifications chimiques dans la

structure même de l'élastomère (par exemple, rupture des liaisons covalentes entre les chaînes de

polymères), peuvent rigidifier l'élastomère, le rendre friable, faire apparaître des craquelures et lui faire

perdre son élasticité.

Afin de garantir une étanchéité optimale, le choix du bon matériau doit être fait sur base des tables de

compatibilité chimique des élastomères (voir ci-dessous).



Material		Media																											
Material designation	Nomenclature																												
		Air or oxygen	Water up to 80 °C	Water above 80 °C	Dilute acids	Dilute alkalis	Lower alcohols	Aldehydes	Amines	Chlorinated solvent	Ethers	Ketones	Hydrocarbons aliphatic	Hydrocarbons aromatic	Leaded petrol (gasoline)	Kerosene	Animal oils and fats	Fuel oils and diesel oils	Lubricating oils mineral	Lubricating oils synthetic	Silicone oils and greases	Vegetable oils	Hydraulic fluids mineral based	Oil in water emulsions	Water in oil emulsions	Water glycol based	Phosphate esters aliphatic	Phosphate esters	
Natural Rubber	NR	3	1	2	3	2	2	3	2	4	4	4	4	4	4	4	4	4	1	4	4	4	4	4	3	4	4		
Butyl	IIR	1	1	2	1	1	1	1	4	4	1	4	4	4	2	4	4	4	1	3	4	4	4	4	1	2	2		
Neoprene	CR	1	1	2	3	1	1	3	2	4	4	4	2	4	3	2	2	3	1	3	3	4	4	4	3	4	4		
Ethylene-propylene	EPDM	1	1	1	2	1	1	1	2	4	3	1	4	4	4	2	4	4	4	1	3	4	4	4	4	1	1	2	
Nitrile	NBR	2	1	1	3	2	1	3	2	3	4	4	1	3	2	1	1	2	1	2	1	1	4	3	3	1	4	4	
Hydrogenated Nitrile	HNBR	1	1	1	1	2	1	2	1	2	4	4	1	3	2	1	1	2	1	1	1	1	4	2	2	2	3	4	
Silicone	MVQ	1	1	2	3	2	1	2	2	4	4	3	3	4	4	4	2	4	3	3	4	1	4	3	3	4	2	2	3
Fluorosilicone	FQ	1	1	2	3	2	1	4	4	2	3	4	1	1	2	1	1	2	1	2	1	1	2	2	2	2	3	3	
Viton/Fluorocarbon	FKM	1	1	3	1	2	4	4	4	1	3	4	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1	2	1	1	2	1	1	
Perfluorocarbon	FFKM	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	

Autres phénomènes susceptible d'endommager l'o-ring.

Autres phénomènes susceptible d'endommager l'o-ring.

Décompression rapide des gaz :

Le phénomène d'extrusion illustré plus haut, n'est pas le seul phénomène



de pression pouvant endommager le joint. En effet, lorsque la pression diminue rapidement, un écart de pression important est créé entre le gaz contenu à l'intérieur du joint (phénomène de diffusion du gaz dans le joint/perméabilité) et la pression extérieure au joint (pression ambiante). Cet écart de pression amène le gaz enfermé à l'intérieur du joint à se détendre rapidement hors du joint. Si la résistance physique du joint ne lui permet pas de résister à cette détente rapide, des fissures et ou des cloques apparaissent dans l'o-ring. L'ampleur de ce phénomène sera influencée par le type d'élastomère (perméabilité), l'amplitude de la décompression, le type de gaz, la température, le tore du joint...

Cassure due à la surcompression

En cas de serrage trop important, de gonflement ou d'expansion thermique excessive, une cassure peut apparaître sur le joint. Cette cassure apparaît dans le plan parallèle à la force de serrage et rendre le joint inefficace.

Effet de rasage (dynamique):

Ce phénomène apparaît lorsque l'o-ring est soumis à une pression continue dans un logement coupant (voir R dessus de gorge). Si l'o-ring vient à tourner dans le logement, la couche extérieure de l'o-ring va se faire couper dans le jeu mécanique (rasage).

Effet diesel (dynamique):

Phénomène qui se produit lorsque de l'air est enfermé dans le piston double effet et que cet air se mélange à l'huile. Lors de cycles à hautes fréquences et de montés en pression rapides, ce mélange



air/huile peut s'auto enflammer (augmentation de la pression rapide -> augmentation de la température). Si ce phénomène se produit à proximité du joint, celui-ci est endommagé par fusion de l'élastomère.



Manque de lubrification (dynamique) :

Manque de lubrification (dynamique) :

Ce phénomène apparaît lorsque le mouvement de la tige est trop court par rapport à la surface de contact du joint (un mouvement minimal avec un ratio de 2.5 fois la surface de frottement est recommandée). Dans ce cas, une partie du joint (coté sans pression) fonctionne à sec et l'abrasion sur cette zone peut endommager le joint. De plus, les résidus de l'abrasion sont poussés en fond de gorge et peuvent coller le joint et/ou créer une surface de contact non uniforme et ainsi compromettre l'étanchéité du joint. Pour des vérins à faible mouvement, il est important de choisir un joint à faible surface de contact.

Effet pompe (dynamique)

Ce phénomène se rencontre lorsque, dans un vérin double effet, la pression est capturée dans la cavité située entre les deux joints de piston. Cette pression enfermée dans la cavité engendre une pression constante sur les deux joints, augmente l'usure et le risque d'extrusion. Pour éviter ce phénomène, il est recommandé d'utiliser au moins un joint simple effet (o-ring) pour évacuer la pression.

Usure mécanique :

L'usure et l'abrasion peuvent être causées par un mouvement dynamique ou un environnement extérieur en contact avec le joint abrasif. L'usure engendrée par un mouvement se caractérisera par des dessins dans le sens du mouvement (axiale pour les joints de piston et de tige, circonférentiel pour les mouvements rotatifs). L'abrasion peut également engendrer de l'échauffement sur l'o-ring et créer des craquelures sur la surface de contact. Une solution à ce problème est le coating PTFE.

Quad ring

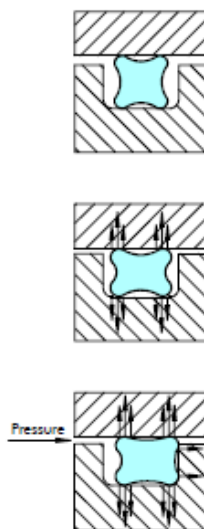
Material Designation	Neoprene	Ethylene Propylene	Nitrile	Hydrogenated Nitrile	Silicone	Fluorosilicone	Fluorocarbon Viton
Nomenclature	CR	EPDM	NBR	HNBR	Si/VMQ	Fsi/FVMQ	FPM/FKM
Hardness Range	30-90°	30-90°	40-100°	50-95°	40-80°	40-80°	50-95°
Physical properties							
Tensile strength	2	3	2	2	4	4	2
Wear resistance	2	3	2	2	4	4	3
Ozone resistance	2	2	4	4	1	1	1
Compression set (stress relaxation) at -20°C	4	2	4	3	2	2	4
Compression set (stress relaxation) at 20°C	2	2	2	3	2	3	3
Compression set (stress relaxation) at 120°C	3	2	3	3	2	3	2

Propriétés mécaniques
1 Excellent
2 Bon
3 Moyen
4 Faible

Stress relaxation
1 <10%
2 10%-30%
3 30%-50%
4 >50%

Quad ring

Dans les applications dynamiques, on remplace parfois l'o-ring par un Quad-



ring. Le Quad-ring présente un profil sous la forme d'un « X ». Ses quatre coins arrondis agissent comme lèvres d'étanchéité. Les principaux avantages du quad-

ring sont les suivants :

- Il peut être placé dans des gorges étroites, lorsque l'espace est limité
- il permet une meilleure lubrification en gardant une réserve de lubrifiant entre les deux lèvres.
- il permet aussi de contourner le problème de retournement rencontré lors du montage de certain o-ring.
- Ces 4 lobes offrent un pouvoir d'étanchéité supérieur et permettent de



localiser le « plan » du joint non plus sur la zone d'étanchéité (cas de l'o-ring)

mais dans le creux entre les lobes.

Tout comme l'o-ring, le quad-ring peut aussi être utilisé comme joint d'étanchéité

rotatif lorsque l'espace est limité. Dans ce cas, afin de garder des forces de frottement acceptables et ainsi prolonger au maximum la durée de vie du joint, une bonne lubrification, une dureté supérieure à 50 sh et une faible compression (+/-5 %) sont indispensables (dia ext joint > dia ext gorge). La vitesse maximale de rotation acceptable pour ce type de joint est de 4 m/s (fonction de la pression, -> 150 bars avec BAE).

O-ring FEP

O-ring FEP



Ces o-rings sont constitués d'une âme élastomère et d'une gaine Teflon (recouvrement PTFE). Ils sont utilisés lorsque le milieu chimique est trop agressif pour les élastomères (=> recouvrement Teflon) et lorsque le joint doit avoir une certaine élasticité pour étancher le fluide (=> âme élastomère).

Comparaison des o-rings encapsulés par rapport à d'autres alternatives :

PTFE massif	Résistance chimique similaire, pas de fluage, peut être utilisé avec des fluides froids
Enveloppe PTFE	Le recouvrement total de l'élastomère par le PTFE permet de d'éviter l'attaque chimique de l'élastomère.
Perfluoroelastomer (FFKM)	Moins bonne résistance chimique et à la température que le FFKM. Solution plus économique

Matériaux :

Ame élastomère :

Viton® (FKM) : Le plus courant car il offre le meilleur coefficient de déformation résiduelle à la compression et une bonne résistance chimique.

Silicone (VMQ) : moins cher que le FKM et capable de garantir l'étanchéité à basse température.



Gaine en Teflon :

Gaine en Teflon :

FEP (Fluoro-Ethylène-Propylène) : le standard

PFA (perfluoroalkoxy) : meilleure résistance à l'abrasion que le FEP, utilisé avec le Silicone pour les applications hautes températures (→ 260°C).

Epaisseur de la gaine:

Epaisseur de la gaine	0.12	0.15	0.2	0.3	0.35

Certification

La plupart des matériaux sont disponibles en qualité alimentaire (Approbation FDA)

Certains comme le PTFE, le FEP et le PFA sont également approuvés USP class VI pour les procédés pharmaceutiques.



Contact

Pour toute question, demande de prix ou renseignement complémentaire, l'équipe European Sealing Technology se tient à votre disposition.

E-mail : info@est-seals.eu
Téléphone : +352 26 84 56 76
Site web : est-seals.eu