

# DICHTOMATIK

**Rotary shaft seal**



## Mécanisme d'étanchéité

### Étanchéité statique de la surface extérieure

La surface extérieure ou l'enveloppe de la face extérieure d'une bague d'étanchéité a pour fonction primaire de garantir l'étanchéité statique au niveau du logement et ceci signifie qu'il s'agit essentiellement d'empêcher le fluide de traverser la bague d'étanchéité, là où cette dernière est logée dans le carter, indépendamment des conditions d'exploitation.

La surface extérieure d'une bague d'étanchéité à effet radial doit aussi remplir d'autres fonctions :

- Guidage et maintien de la bague d'étanchéité dans le logement. Une assise sûre est garantie lorsque la force de friction ou de frottement  $F_R$  est supérieure à toutes les forces axiales  $F_{ax}$  agissant sur la bague d'étanchéité, p. ex. la force résultant de la pression différentielle. La force de friction ou de frottement est le produit du coefficient d'adhérence  $\mu_0$  et de la force radiale normale  $F_N$ .

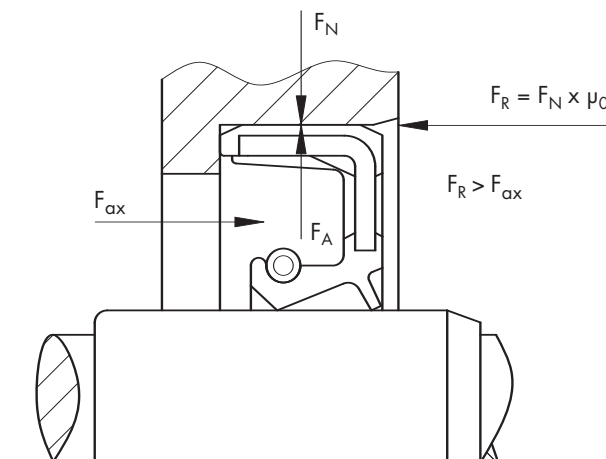
La force normale  $F_N$  est égale à la force radiale agissant sur la surface extérieure  $F_A$ .

L'effort de précontrainte de serrage des bagues dans le logement doit être déterminé en fonction du diamètre nominal et de la nature de la surface extérieure des joints (Elastomère, métal).

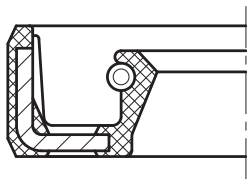
- montage simple et facile imposant de prévoir des chanfreins et des arrondis (rayons)

- compensation des jeux, résultants des différents coefficients de dilatation thermique

Le choix adéquat de la surface extérieure pour une bague d'étanchéité dépend de l'application et des conditions d'exploitation principales.



### Exécution des surfaces extérieures



Les bagues d'étanchéité sont habituellement proposées avec une enveloppe en élastomère et une surface extérieure métallique. DICHTOMATIK vous propose des combinaisons de ces deux matières ou des exécutions spéciales sur demande. Les surfaces extérieures peuvent être exécutées comme suit :

#### Surface extérieure revêtue d'élastomère : Modèle WA, WAS

Les bagues d'étanchéité modèle WA sont revêtues d'une enveloppe extérieure lisse en élastomère et garantissent une bonne étanchéité statique dans le logement, même confrontée à des conditions sévères. Le modèle est aussi disponible avec une lèvres de protection anti-poussière (WAS).

- très bonne étanchéité statique
- utilisation dans des logements en deux parties avec un chanfrein et / ou déport

- utilisation dans des logements en alliage léger à dilatation thermique élevée (dans tous les logements dont le coefficient de dilatation est plus élevé que l'acier)

- utilisation avec des fluides très liquides ou gazeux

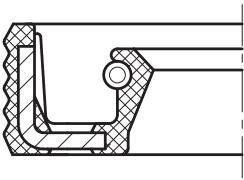
- utilisation dans des applications avec pression (en fonction des limites de l'application)

- capacité d'étancher des surfaces à la rugosité plus importantes

- sans risque de corrosion des faces en contact

- sans risque de dégradation du logement due au montage et démontage



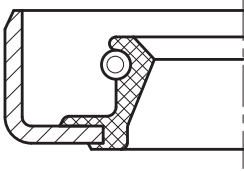


**Surface extérieure striée et revêtu d'élastomère:  
Modèle WAK**

L'enveloppe en élastomère est striée dans le sens circonférentiel en vue de réduire la force de compression et d'améliorer l'étanchéité statique.

- montage plus facile en raison d'une force d'emmanchement réduite

- étanchéité statique fiable notamment dans des logements soumis à une dilatation thermique plus élevée, étant donné que la surface extérieure striée et revêtu de caoutchouc apporte une meilleure précontrainte de serrage.
- réduit le mauvais positionnement de la bague d'étanchéité dans le logement



**Surface extérieure métallique :  
Modèle WB, WBS**

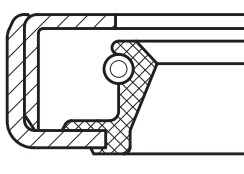
La surface extérieure des bagues d'étanchéité WB dite à armature métallique lisse n'est pas recouverte, mais polie, rectifiée ou usinée au tour.

- précision du montage (concentricité) et précontrainte de serrage importante dans le logement
- coût plus avantageux car moins d'élastomère
- exécution de la surface extérieure avec une tolérance d'ajustement plus serrée
- nécessite une exécution de bonne qualité de l'usinage du logement
- inutilisable dans des carters en deux parties (utilisation conditionnelle même avec enduction de vernis d'étanchéité)

L'application d'une pâte d'étanchéité supplémentaire sur la surface extérieure est recommandée en cas de dilatations thermiques importantes du logement, de surfaces usinées rugueuses, d'applications sous pression ou de fluides très liquides (voir la section des « pâtes d'étanchéité supplémentaires »).

Pour prévenir la corrosion, la surface extérieure métallique est enduite d'une couche d'huile de protection anticorrosion ou d'une fine couche de cire après la finition.

Le modèle est aussi disponible avec une bague de protection anti poussière (WBS).

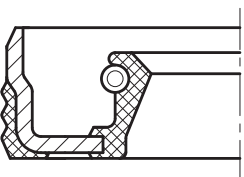


**Surface extérieure métallique avec bague de renfort :  
Modèle WC, WCS**

Les bagues d'étanchéité modèle WC à armature métallique extérieure lisse, idem au modèle WB, sont pourvues d'un renfort métallique supplémentaire. Ce modèle de bague est particulièrement bien approprié aux montages difficiles, aux conditions d'exploitation rigoureuses et aux grandes dimensions.

Les bagues d'étanchéité modèle WC se distinguent par une rigidité plus élevée que celle des bagues d'étanchéité modèle WB.

La bague de renfort métallique supplémentaire fait que le modèle WC est peu sensible aux erreurs de montage. Le modèle est aussi disponible avec une bague de protection anti poussière (WCS).



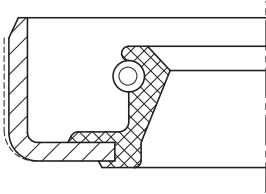
**Surface extérieure semi-revêtu d'élastomère: Modèle WA/B**

Le modèle dit « à demi-épaulement » est une exécution spéciale de la surface extérieure de la bague d'étanchéité, qui n'est habituellement pas disponible en stock chez DICHATOMATIK.

Ce modèle allie les avantages des modèles WA à surface extérieure revêtu d'une enveloppe élastomère et WB à

surface extérieure métallique, pour une bonne étanchéité statique, un ajustement précis, ainsi qu'un serrage dans le logement. L'influence de l'armature extérieure métallique garantit un bon centrage durant la phase de montage.

La partie de la surface extérieure revêtu d'élastomère est striée, ce qui prédispose l'emploi de ce modèle pour des carters à dilatation thermique élevée et les carters en deux parties.



### Vernis d'étanchéité supplémentaires

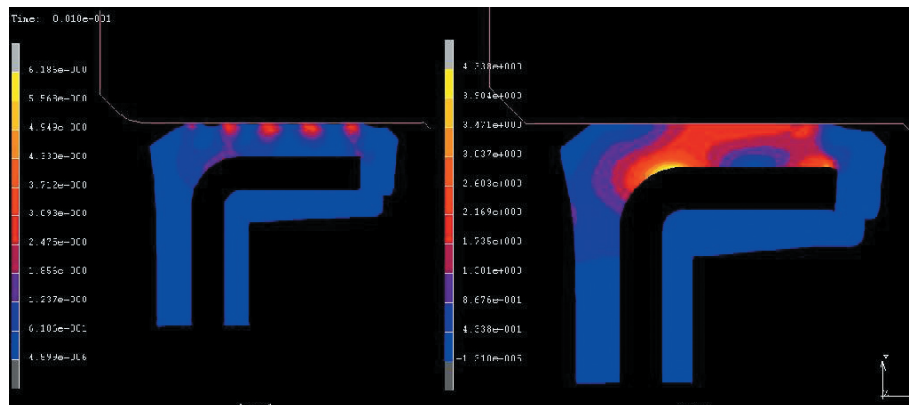
Les bagues d'étanchéité assorties d'une surface métallique extérieure sont fréquemment enduites d'un vernis d'étanchéité ou de pâtes d'étanchéité en vue d'obtenir une étanchéité statique élevée dans les logements. Les cires et vernis d'étanchéité servent aussi de protection anticorrosion.

Le vernis d'étanchéité est également destiné à égaliser les traces d'usinage sur la surface extérieure de la bague d'étanchéité, les rugosités dans le logement et les dilatations thermiques plus élevées. Il prévient aussi des détériorations du logement durant le montage ou le démontage.

L'épaisseur de la couche de vernis d'étanchéité est en règle générale d'environ 30 µm. Il est fréquent que le volume du vernis d'étanchéité gonfle sous l'effet du fluide, ce qui a pour effet complémentaire d'augmenter l'étanchéité statique.

L'utilisation de vernis d'étanchéité sur la surface extérieure implique des forces d'emmanchement légèrement plus élevées étant donné que celui-ci a tendance à coller.

Les vernis d'étanchéité existent dans différentes couleurs, dont les plus fréquentes sont le bleu, le rouge sombre, l'orange, le vert foncé et le vert clair.



Simulation de l'étanchéité statique dans le logement du carter à l'aide de la méthode des éléments finis (MEF)

### Précontrainte de serrage et tolérances

Les bagues d'étanchéité sont fabriquées avec des tolérances sur le diamètre extérieur, qui sont fonction du modèle. Les tolérances sont adaptées à la tolérance ISO H8 du logement. Ainsi, la précontrainte de serrage élevée générée par le chevauchement des tolérances logement / bague et l'étanchéité statique dans le logement, sont garantis sans opération supplémentaire.

Diamètre extérieur d2 [mm]	Modèle WA	Modèle WAK	Modèle WB, WC
≤ 50	+ 0,3 + 0,15	+ 0,4 + 0,2	+ 0,2 + 0,1
> 50 - 80	+ 0,35 + 0,2	+ 0,45 + 0,25	+ 0,23 + 0,13
> 80 - 120	+ 0,35 + 0,2	+ 0,5 + 0,3	+ 0,25 + 0,15
> 120 - 180	+ 0,45 + 0,25	+ 0,65 + 0,4	+ 0,28 + 0,18
> 180 - 300	+ 0,45 + 0,25	+ 0,65 + 0,4	+ 0,3 + 0,2
> 300 - 500	+ 0,55 + 0,33	+ 0,75 + 0,45	+ 0,35 + 0,23

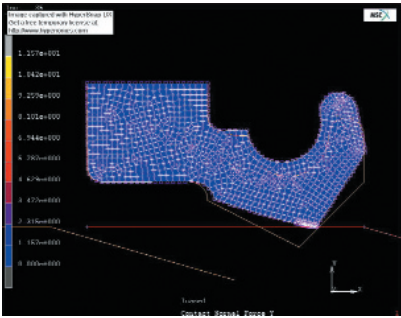
### Ovalisation

L'ovalisation admissible ( $d_{2max} - d_{2min}$ ) découle d'au moins trois mesures réparties uniformément sur la circonférence. Les valeurs données ne doivent pas être dépassées. Dans les tolérances, l'ovalisation est d'une importance secondaire du simple fait que la bague d'étanchéité s'adapte au logement lors du montage.

Diamètre extérieur d2 [mm]	Ovalisation admissible [mm]
≤ 50	0,25
> 50 - 80	0,35
> 80 - 120	0,5
> 120 - 180	0,65
> 180 - 300	0,8
> 300 - 500	1



# Mécanisme d'étanchéité dynamique



Le principe de fonctionnement des bagues d'étanchéité à effet radial repose sur le fait que la lèvre en élastomère assurant l'étanchéité glisse sur la surface de l'arbre en rotation. La lèvre assurant l'étanchéité est pressée dans le sens radial contre la surface de l'arbre en raison du diamètre intérieur de la bague à lèvres qui est plus petit que celui de l'arbre en l'état non comprimé. Cette différence des diamètres est appelée chevauchement ou précontrainte.

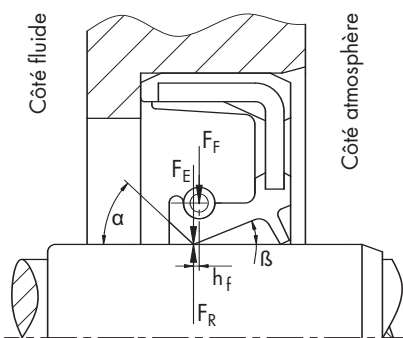
La force radiale agissant sur la zone de contact linéaire est renforcée par un ressort métallique de serrage pour parer au relâchement progressif de la force radiale dû au vieillissement de l'élastomère (relaxation de vieillissement).

L'action de la lèvre en élastomère doit assurer l'étanchéité dans deux états fonctionnels :

- pour l'arbre en position statique
- pour l'arbre en rotation

L'étanchéité est fonction des paramètres suivants :

- géométrie de la lèvre d'étanchéité
- caractéristiques de l'élastomère
- positionnement du ressort de serrage
- état de surface de l'arbre
- conditions de lubrification



## Étanchéité d'un arbre immobilisé

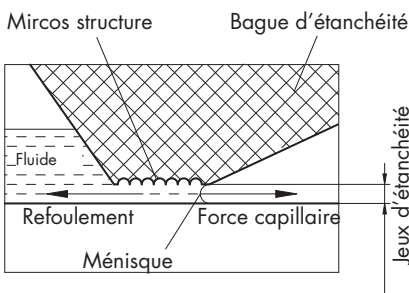
L'étanchéité d'un arbre immobilisé, est fonction de la pression de contact radiale que la lèvre d'étanchéité exerce sur la surface de l'arbre et notamment sur les stries liées à l'usure, de manière à ce que la déformation de la lèvre en élastomère et de l'arrête assurant l'étanchéité compense les faibles rugosités de la surface de l'arbre et obstrue les interstices. Une force radiale est exercée sur l'arbre. La pression de contact de la bague d'étanchéité est obtenue via la précontrainte et renforcée par le ressort de serrage. Le relâchement de la précontrainte de l'élastomère en cours de fonctionnement dépend des paramètres spécifiques à l'application.

répartition de la pression de contact dans la zone de contact et du sens de rotation de l'arbre.

Elles provoquent un effet de refoulement (flux traînant) du côté atmosphère vers le côté fluide de la zone de contact, qui ressemble à celui d'une micro-pompe à vis. « L'effet de refoulement » de la bague d'étanchéité est uniquement obtenu si la répartition de la pression de serrage de la lèvre sur la zone d'étanchéité est asymétrique, car ce n'est que dans ce cas que la « micro-pompe à vis » assure le refoulement dans la bonne direction.

La force radiale  $F_R$  est donc fonction de l'élastomère  $F_E$  et du ressort  $F_F$ .

La répartition asymétrique de la pression de contact est obtenue, d'une part, en raison des différents angles des surfaces de contact ( $\alpha > \beta$ ) de la lèvre vers la surface de l'arbre et, d'autre part, en raison du décalage du ressort de serrage vers le côté atmosphère (distance d'action du ressort).



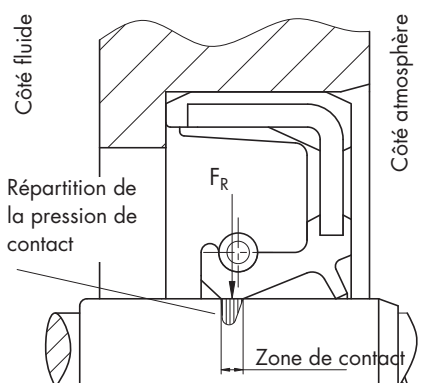
## Étanchéité de l'arbre en rotation

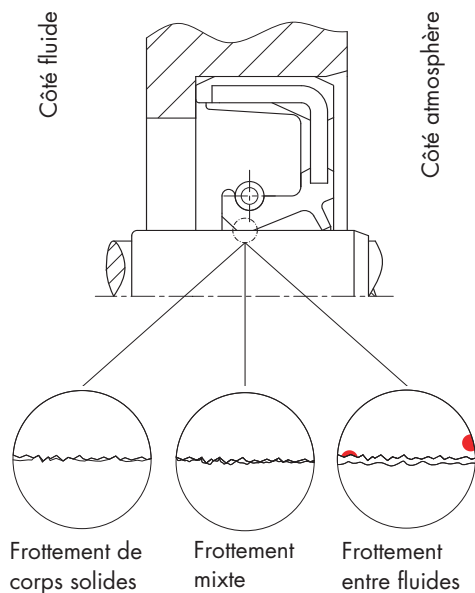
La rotation de l'arbre provoque un effet hydrodynamique qui fait que la bague à lèvres flotte sur le film lubrifiant formé par le fluide à étancher. Cet effet prévient l'usure prématurée et la destruction thermique de l'arrête d'étanchéité.

L'inclinaison des micros stries a pour effet de refouler le fluide dans la zone de contact, non seulement dans le sens circonférentiel, mais également dans le sens axial. L'influence des tensions superficielles agit également dans le sens de fuite pour les fluides mouillants, tels que les huiles lubrifiantes. Ces fluides sont entraînés dans l'interstice sous l'effet des forces capillaires et forment une cloison convexe appelée « ménisque » côté atmosphère. Une bague d'étanchéité « étanche » se distingue par un équilibre entre les forces produisant les fuites (pression différentielle et forces capillaires) d'un côté et l'effet de refoulement des structures prédominantes en élastomère de l'autre côté.

Il s'agit toujours, d'une part, de conserver le film lubrifiant freinant l'usure au niveau de la zone de contact, mais également, d'autre part, d'empêcher l'écoulement du fluide à étancher côté atmosphère et les fuites en découlant.

Quelques temps après la première mise en service d'une nouvelle bague d'étanchéité, des micros stries se produisent dans le sens axial de la zone de contact de l'élastomère. Ces micro-structures sont déformées en raison du mouvement relatif entre la lèvre assurant l'étanchéité et l'arbre. La position de ces structures déformées dépend de la





États de frottement dans la zone de contact

## Conditions de Frottement et de lubrification

L'interaction entre les éléments mécaniques de l'arbre, la bague d'étanchéité et le lubrifiant est à considérer comme système tribologique ou de frottement de trois composants / substances. Le lubrifiant est l'équivalent des composants solide au niveau du point de frottement et possède une influence déterminante sur la sécurité de fonctionnement et la longévité du système.

Le fluide pénètre dans la zone de contact en raison des forces capillaires, même à faible vitesse de rotation. Le refoulement du fluide par les forces capillaires dans le sens de fuite est indispensable pour la lubrification de la zone de contact soumise à une forte chaleur.

L'état le plus fréquent est celui d'un frottement mixte entre l'arbre et la bague à lèvres, en sachant que les matières des deux surfaces de contact sont très importantes dans ce contexte.

L'état de frottement de l'arbre soumis à des vitesses de rotation croissantes passe du frottement des corps solides en frottement mixte jusqu'au frottement hydrodynamique entre liquides. La vitesse de rotation élevée et l'effet hydrodynamique font que la bague d'étanchéité flotte sur le film lubrifiant formé par le fluide à étancher.

Ce film lubrifiant hydrodynamique protège l'arrête d'étanchéité contre une usure prématurée et une destruction thermique due au frottement existant. Pour assurer une longue durée de vie, il est important de fournir une lubrification suffisante et continue à l'arrête d'étanchéité

Le frottement et l'absence de frottement dépendent essentiellement de la force radiale, de la matière de la bague d'étanchéité, de l'état de lubrification, de la vitesse circonférentielle, de la température, de la pression et de la qualité des surfaces de l'arbre.

## Puissance de frottement :

$$P_{\text{FROTT}} = F_R \cdot \mu \cdot d/2 \cdot 2 \cdot \pi \cdot n$$

$P_{\text{FROTT}}$  = puissance de frottement [watts]

$F_R$  = force radiale [N]

$\mu$  = coefficient de friction

$d$  = diamètre de l'arbre [mm]

$n$  = vitesse de rotation [tr/min]

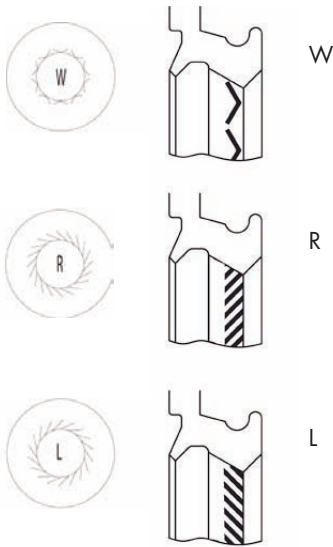
Ce calcul est destiné à de pures fins informatives, étant donné que le coefficient de friction est toujours fonction des conditions respectives d'exploitation.

Prévoir un réglage de la force radiale aussi faible que possible pour réduire au minimum la perte par frottement. La force radiale doit toutefois être suffisante pour assurer l'étanchéité.

Une fuite se produit si le film lubrifiant nécessaire sous la lèvre assurant l'étanchéité est altéré, p. ex. par des impuretés contenues dans le fluide, des endommagements de la surface de la zone de frottement de l'arbre ou des rugosités importantes à la surface de ce dernier.

Certains éléments de machines, notamment les roulements coniques à rouleaux, les roulements à billes à contact oblique et certains modèles de roues dentées, peuvent exercer un effet de refoulement en fonctionnement qui, pour sa part, peut avoir une influence sur l'alimentation en lubrifiant de l'emplacement à étancher. Il est recommandé, de ce fait, de prévoir des moyens de refoulement du lubrifiant dès la phase d'études de la pièce, p. ex. des canalisations de lubrifiant et des bagues de refoulement.





Différents profils d'aide hydrodynamique

### Fonctionnement à sec

L'arbre ne doit, en aucun cas, tourner sur la bague d'étanchéité sans lubrification, ce qui provoquerait une usure prématurée de l'arrête assurant l'étanchéité et une température trop élevée de celle-ci.

Un léger graissage de l'arrête assurant l'étanchéité de la bague est donc recommandé lors du montage, car il faut savoir que le fluide à étancher a pour fonction d'assurer la lubrification, mais également de garantir la dissipation continue de la chaleur produite par le frottement.

Choisir des modèles et matières spécifiques pour tout fonctionnement à sec, p. ex. des bagues d'étanchéité avec une bague à lèvres en PTFE.

### Lubrification à la graisse

La dissipation de la chaleur de frottement d'une lubrification à la graisse est nettement plus faible que celle d'une lubrification à l'huile. La lubrification à la graisse est uniquement recommandée pour les vitesses de rotation lentes, au plus, à la moitié des valeurs admissibles pour une lubrification à l'huile (voir le tableau des vitesses de rotation)

Nous vous recommandons de remplir l'espace entre la bague d'étanchéité et le roulement pratiquement intégralement de graisse, pour étanchéifier les arbres à rotation lente. Se servir d'une bague d'étanchéité à effet radial avec une bague à lèvres en PTFE à défaut d'une graisse lubrifiante appropriée.

### Étanchéité aux fluides à faible pouvoir lubrifiant

En cas d'étanchéité aux fluides à faible pouvoir de lubrification, tels que l'eau ou les lessives, prévoir une lubrification suffisante de la lèvre assurant l'étanchéité via un remplissage de graisse au deux tiers de l'espace entre la lèvre d'étanchéité et la lèvre de protection. Il est cependant préférable de prévoir deux bagues d'étanchéité placées l'une derrière l'autre (disposition tandem) et de remplir l'espace entre les deux bagues aux deux tiers de graisse, sans oublier de prévoir une relubrification.

### Auxiliaires d'étanchéité hydrodynamiques « Hélices »

Il est possible, si l'effet de refoulement normal de la bague d'étanchéité n'est pas suffisant, de prévoir une sorte d'hélice ou spirale orientée en tant qu'auxiliaire d'étanchéité hydrodynamique supplémentaire pour augmenter la sécurité de fonctionnement de la bague d'étanchéité. Les hélices sont des arrêtes de refoulement en relief et placées en diagonale entre le côté atmosphère et la lèvre assurant l'étanchéité.

Les bagues d'étanchéité s'utilisent avec une orientation à droite ou à gauche ou avec une orientation interactive en fonction du sens de rotation de l'arbre. Les hélices ont pour mission d'empêcher le fluide, coulant vers le côté atmosphère, de fuir et de le refouler dans la zone de contact de la lèvre assurant l'étanchéité, dans l'hypothèse d'une anomalie de l'effet de refoulement normal. Les bagues d'étanchéité assorties d'auxiliaires d'étanchéité hydrodynamiques offrent une double sécurité contre les fuites.

Le mode d'action des hélices orientées fonctionne comme à celui d'un filetage sur d'arbre. Le refoulement d'une bague d'étanchéité à simple orientation est nettement plus élevé que celui d'un modèle standard.

Les bagues d'étanchéité assorties d'auxiliaires d'étanchéité hydrodynamiques se distinguent par une sécurité de fonctionnement améliorée, tout particulièrement dans des conditions d'exploitation sévères, p. ex. en cas de battements radiaux, de défaut de coaxialité entre l'arbre et le logement et d'usure de faible importance de la surface de l'arbre.



# Paramètres industriels

## Pression

### Fonctionnement sans pression

Les bagues d'étanchéité sont généralement destinées à une utilisation sans pression, c'est-à-dire à un fonctionnement sans différence de pression entre les différentes zones à étancher.

Le tableau des vitesses de rotation à la page 20 donne les vitesses de rotation maximales admissibles pour une utilisation sans pression par rapport à l'élastomère utilisé.

### Fonctionnement avec pression

La combinaison des sollicitations dues à la pression  $p$  et à la vitesse circonférentielle  $V$  décide du bon choix de la bague d'étanchéité.

Avec les bagues d'étanchéité pour pression, la lèvre d'étanchéité est pressée fortement sur l'arbre par la pression, ce qui augmente la force radiale et par la même l'action d'étanchéité. L'effet d'étanchéité des bagues s'adapte dans certaines limites, à la pression différentielle existante.

Cette action a cependant aussi pour effet d'augmenter la sollicitation thermique et le frottement agissant sur l'arrêt

assurant l'étanchéité et de conduire à son usure et durcissement prématurée. La lèvre d'étanchéité peut aussi se rabattre côté atmosphère en présence de pressions élevées.

Apporter une attention particulière à l'élastomère, qui doit absolument résister aux sollicitations thermiques plus élevées appliquées à l'arrêt assurant l'étanchéité (température supérieure à la normale).

Les valeurs indicatives du tableau des vitesses de rotation concernant la vitesse circonférentielle et la vitesse de rotation ne s'appliquent donc pas aux bagues d'étanchéité pour pressions.

Il faut aussi savoir, dans le cas de bagues d'étanchéité pour pression (WASY), que l'aptitude de celle-ci à absorber la tolérance de concentricité de l'arbre et les défauts de centrage entre l'arbre et le logement, est réduite.

Il est impératif de bloquer les bagues d'étanchéité pour pression du côté opposé à celle-ci par un épaulement du logement, une bague ou un circlips.

### Bagues d'étanchéité standard et pression

Les bagues d'étanchéité standard peuvent être utilisées avec de très faibles pressions. Elles étanchéifient les espaces soumis à de faibles différences de pression, contre les liquides, la graisse et même l'air. L'étanchéité porte sur des différences de pression de 0,5 bar maximum en fonction de la vitesse de rotation.

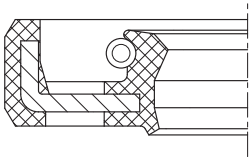
Le tableau ci-après comprend les valeurs limites de pression en fonction de la vitesse de rotation et de la vitesse circonférentielle.

### Vitesses de rotation maximales admissibles de l'arbre, sous pression

Différence de pression maximale [bar]	Vitesses de rotation maximales admissibles [1/min]	Vitesse circonférentielle maximale [m/s]
0,5	jusqu'à 1000	2,8
0,35	jusqu'à 2000	3,15
0,2	jusqu'à 3000	5,6







### Modèle pour Pression WAY/WASY

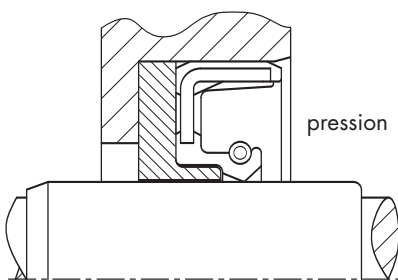
Le modèle WASY est particulièrement bien approprié aux différences de pression supérieures à 0,5 bar, aux pressions pulsées et aux applications sous vide.

Ce modèle est exécuté avec une bague à lèvres courte renforcée et une cage métallique abaissée (membrane stabilisée), ce qui présente la particularité de réduire l'augmentation de la pression de contact sous l'effet de la pression et de diminuer le frottement et l'usure prématurée.

L'exécution renforcée de la bague à lèvres empêche cette dernière de se rabattre côté atmosphère en présence d'une pression trop élevée dans certaines limites.

Le modèle WASY supporte des pressions jusqu'à 10 bars maxi en fonction de la vitesse de rotation (consulter le tableau).

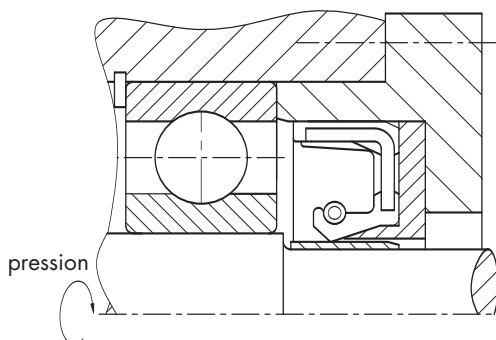
Différence de pression [bar]	Vitesses de rotation [1/min]	Vitesse circonférentielle maximale [m/s]
up to 10	< 500	0,6
4,5	1.000	2,7
2,4	2.000	5,9
1,3	3.000	8,4
0,6	4.000	11,3



### Bagues anti-extrusion

Une bague d'étanchéité standard résiste également aux pressions différentielles supérieures à 0,5 bar en prévoyant une bague anti-extrusion supplémentaire en acier. Les combinaisons de ce genre se prêtent aux pressions de jusqu'à environ 10 bars en fonction de la vitesse de rotation.

Il est toutefois impératif de n'utiliser que des modèles sans bague de protection du fait que la bague anti-extrusion renforce la bague à lèvres sous la membrane. Il est donc particulièrement important d'adapter la bague anti-extrusion de manière aussi précise que possible au profil de la bague à lèvres. DICHTOMATIK met le schéma de la bague anti-extrusion correspondante à votre disposition pour chaque modèle standard (sans bague de frottement).



Un tel système d'étanchéité est préconisé chaque fois qu'on ne peut pas utiliser des modèles pour pression (WASY).



# Vitesses de rotation et vitesses circonférentielles admissibles

La vitesse circonférentielle  $V$  de l'arbre est calculée d'après la formule ci-après au départ de la vitesse de rotation  $n$  et du diamètre de l'arbre  $d$  :

**Vitesse circonférentielle**  

$$v = (2 \pi \cdot n) \cdot d/2$$

$v$  = vitesse circonférentielle [m/s]  
 $n$  = vitesse de rotation [tr/min]  
 $d$  = diamètre de l'arbre [mm]

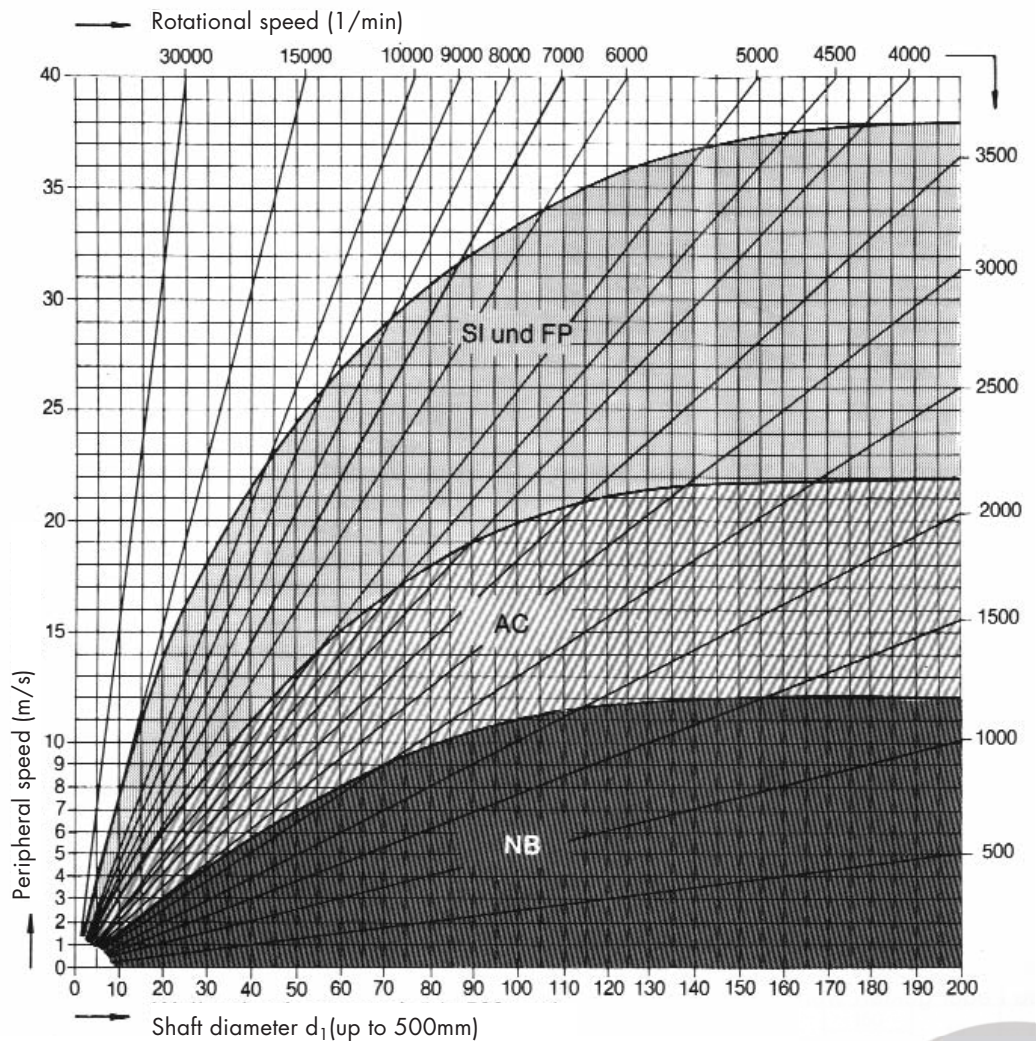
Une limitation de la vitesse circonférentielle est nécessaire en prévention de températures supérieures à la normale appliquées à la lèvre assurant l'étanchéité, ce qui risquent de provoquer un durcissement de l'élastomère et des dépôts charbonneux.

Le tableau ci-après reproduit des valeurs indicatives applicables au choix de la matière en fonction de la vitesse circonférentielle maximale admissible. Les valeurs indicatives sont des valeurs empiriques selon la DIN 3760 et il ne

s'agit pas de caractéristiques spécifiques aux bagues d'étanchéité du fabricant, notamment en matière de bague à lèvre ou de force radiale.

Les valeurs indicatives s'appliquent exclusivement à un fonctionnement exempt de pression, une lubrification suffisante avec de l'huile minérale et une bonne dissipation de la chaleur de l'emplacement à étancher. Diviser les valeurs limites par deux si le graissage est insuffisant ou s'il s'agit d'une lubrification à la graisse. Diminuer les valeurs indicatives en cas de pression, d'une mauvaise qualité de la surface dans la zone de frottement et d'un battement radial important.

Des vitesses circonférentielles plus élevées sont admissibles pour les arbres d'un diamètre plus important du simple fait que la section de l'arbre s'accroît avec la section du diamètre. Les possibilités de dissipation de la chaleur s'en trouvent nettement améliorées.



# Température

La température effective de l'arrête assurant l'étanchéité est plus élevée que le fluide en raison de la rotation de l'arbre et du frottement produit sur celle-ci.

$$T_{\text{BORD}} = t_{\text{HUILE}} + t_{\text{EXCÈS}}$$

**T<sub>BORD</sub>** = température de l'arrête assurant l'étanchéité [°C]

**t<sub>HUILE</sub>** = température dans le bain d'huile [°C]

**t<sub>EXCÈS</sub>** = température supérieure à la normale [°C]

Cette différence de température entre le fluide et la lèvre assurant l'étanchéité est appelée température supérieure à la normale.

La température supérieure à la normale en soi dépend des paramètres suivants :

- vitesse circonférentielle
- état de graissage / niveau d'huile
- dissipation de la chaleur

- pression
- qualité de la surface de l'arbre
- matière de la bague d'étanchéité

Une température supérieure à la normale appliquée à l'arrête d'étanchéité augmente de concert avec l'accroissement de la vitesse circonférentielle. La température supérieure à la normale peut s'élever à jusqu'à + 40 °C en fonction de la vitesse circonférentielle.

Tout dépassement de la température maximale admissible pour les différents élastomères provoque un durcissement prématuré de l'élastomère et une forte usure.

Veuillez respecter les températures d'utilisation de nos élastomères figurant au tableau du chapitre des matières. Les températures maximales indiquées font référence à la température de la lèvre assurant l'étanchéité.

# Fluides à étancher

Le choix de la bague d'étanchéité la plus appropriés dépend, certes, de la matière correcte, de la vitesse circonférentielles de l'arbre, de la pression et de l'augmentation de la température due au frottement, mais également au fluide à étancher et de sa température. La résistance chimique de la bague d'étanchéité au fluide utilisé possède une influence déterminante sur la longévité de la bague.

Une attaque chimique du fluide peut

- provoquer un ramollissement de la matière dû au gonflement
- ou un durcissement et un vieillissement prématuré causé par des températures élevées.

Le comportement des différents groupes de matières face à d'innombrables fluides est consigné à la liste de résistance chimique de DICHATOMATIK. Nous vous recommandons de tester la matière, si vous envisagez de l'utiliser dans un nouveau fluide ou en cas d'ambiguïtés ou de l'apparition simultanée de paramètres industriels maximaux (p. ex. en matière de température, de pression, de vitesse circonférentielle). La meilleure façon de valider un joint est de l'essayer en pratique dans des conditions d'utilisation. Les tests en laboratoire et la consultation du fabricant du fluide peuvent s'avérer tout aussi utiles.

Dans de nombreux cas, les modèles WA FKM / WAS FKM en FKM sont plus appropriés que les modèles en NBR (nitrile) pour étancher les fluides agressifs. Les bagues d'étanchéité en FKM se distinguent par une résistance chimique

et thermique plus élevée. Il faut savoir, en outre, que les modèles WA FKM / WAS FKM sont équipés de ressorts de serrage en acier inoxydable de qualité 1.4301 (AISI 304) à l'épreuve de la rouille et des acides et que la bague de renfort métallique est totalement revêtue d'élastomère.

Les modèles WCP20 et WEPO équipé d'une bague à lèvre en PTFE ou entièrement réalisé en PTFE sont capables de répondre à des besoins fonctionnels majeurs en matière de résistance aux fluides.

## Fluides les plus fréquents : Huiles et graisses minérales

Bonne résistance générale des matières standards telles que le nitrile et le caoutchouc fluoré. Un essai est cependant recommandé pour les fluides fortement additivés, à défaut de valeurs acquises par expérience.

## Huiles et graisses synthétiques

La structure des lubrifiants synthétiques est caractérisée par l'huile de base et d'innombrables additifs. Suivant la nature de l'huile de base et des additifs (faible proportion), le NBR standard peu convenir. Le FPM est mieux approprié aux huiles fortement additivées, notamment en présence de température supérieures à + 80 °C.

Les problèmes de stabilité ne sont cependant jamais exclus en raison de la grande diversité des lubrifiants synthétiques et de la combinaison des additifs. Il est donc toujours préférable de vérifier au préalable la compatibilité de la matière par un test.

## Règles de montage

### Arbre

L'arbre est, à côté de la bague d'étanchéité, un élément essentiel dans le système d'étanchéité en rotation, qui doit répondre à toute une série de besoins fonctionnels pour obtenir une étanchéité fiable.

L'exécution correcte de la zone de surface de frottement de la lèvre d'étanchéité est très importante pour la durée de vie et la fonction d'étanchéité du système en rotation.

### Tolérances

La zone de surface de frottement de la lèvre d'étanchéité pour le diamètre de l'arbre  $d_1$ , doit reprendre les tolérances de l'ISO h11 selon DIN ISO 286, afin d'obtenir la précontrainte de serrage nécessaire à une bonne étanchéité. La classe de tolérance IT 8 est requise pour la circularité de l'arbre.

### Qualité de surface de l'arbre

Veiller à un usinage circulaire de l'arbre dans la zone de surface de frottement.

La rugosité, mesurée dans le sens longitudinal, devrait se situer dans les plages suivantes :

$$R_a = 0,2 \text{ to } 0,8 \mu\text{m}$$

$$R_z = 1.0 \text{ to } 4.0 \mu\text{m}$$

$$R_{\text{max}} \leq 6.3 \mu\text{m}$$

Les surfaces de l'arbre trop lisses ( $R_a < 0,2 \mu\text{m}$ ) en conjonction avec des vitesses circumférentielles élevées sont susceptibles de provoquer des dysfonctionnements. L'apport en lubrifiant de l'arrête assurant l'étanchéité est gêné, le film lubrifiant hydrodynamique sous celle-ci assurant l'étanchéité se rompt et risque de subir des dommages thermiques. Les surfaces de l'arbre trop rugueuses, pour leur part, sont à l'origine d'une usure prématurée de l'arrête assurant l'étanchéité. Il va de soi que ces deux phénomènes provoquent des fuites.

Nous recommandons de respecter les rugosités ci-après pour garantir une bonne fonction d'étanchéité des arbres en rotation soumis à des mouvements axiaux supplémentaires :

$$R_a \leq 0,2 \mu\text{m}$$

$$R_z \leq 0,8 \mu\text{m}$$

### Dureté de surface de l'arbre

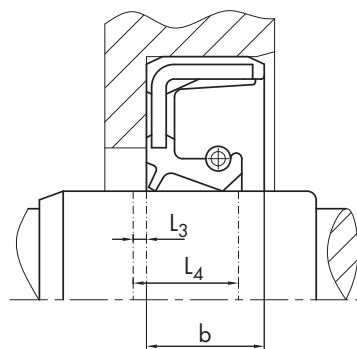
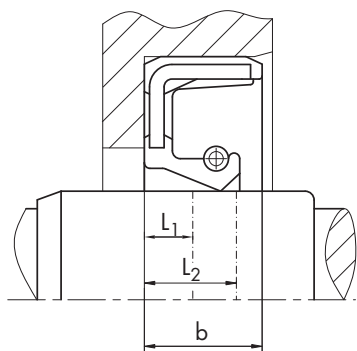
La longévité de l'emplacement à étancher dépend aussi de la dureté de la surface de frottement de l'arbre. La surface doit avoir au moins une dureté de 45 HRC.

La dureté devrait être d'au moins 55 HRC à 60 HRC en cas de fluides sales ou de pollutions extérieures et de vitesses circumférentielles  $\leq 4 \text{ m/s}$ .

Prévoir une profondeur de trempe d'au moins 0,3 mm pour les durcissements des surfaces.

Les surfaces d'arbres chromées, cadmiées, nitrurées et phosphatées sont des méthodes de traitement spéciales. Il est requis de décider de leur nécessité au cas par cas. Lisser la couche grise après la nitruration. S'assurer de la formation d'un film de lubrification sur les surfaces d'arbres chromées par une rectification ultérieure.





### Zone de surface de frottement

Respecter les valeurs citées ci-dessus pour la qualité et la dureté de la zone de surface de frottement spécifiée au tableau ci-après. La zone de surface de frottement est déterminée en fonction de la largeur du joint b.

b	L <sub>1</sub> min.	L <sub>2</sub> min.	L <sub>3</sub> min.	L <sub>4</sub> min.
7	3,5	6,1	1,5	7,6
8	3,5	6,8	1,5	8,3
10	4,5	8,5	2	10,5
12	5	10	2	12
15	6	12	3	15
20	9	16,5	3	19,5

### Usinage de la surface de l'arbre

Veiller à un usinage de l'arbre sans générer des hélices ou stries dans la zone de surface de frottement de la lèvre d'étanchéité, afin d'éviter le refoulement ou effet de pompe inversé à l'emplacement à étancher et donc des fuites. Un usinage correct des surfaces de frottement est très important pour la fonction d'étanchéité.

Les méthodes d'usinage ci-après sont utilisées :

### Rainurage de rectification

La rectification en plongée (rectification sans avance axiale de la meule) est la méthode la plus fréquemment utilisée, parce qu'elle permet d'obtenir une surface de frottement totalement exempte de stries ou hélices. La durée d'éteincelage doit comporter 30 secondes pour un maximum de sécurité. La meule est aiguisée avec un outil de taille à grains multiple afin qu'aucune stries ne soit générée. Éviter un rapport de démultiplication à nombre entier entre la vitesse de rotation de l'arbre (p. ex. 50 tr/min) et la vitesse de rotation de la meule (p. ex. 1500 tr/min) durant la rectification.

### Tournage dur

Le tournage dur impose de respecter des paramètres spéciaux, tels que l'avance, la vitesse de coupe, la profondeur de coupe et la matière, pour créer une surface de roulement utilisable. Cette méthode d'usinage se distingue par sa rentabilité élevée. Autres avantages :

- usinage complet dans une seule opération
- mise en place rapide de la production
- pas d'évacuation des poussières de meulage
- Structure de la surface de l'arbre définie avec précision

Les arbres réalisés au tour présentent un effet de refoulement non négligeable dans une direction, ce qui signifie que l'huile est refoulée dans un sens en raison de l'orientation des traces

d'usinage (orientation), comme s'il s'agissait d'un microfilet de vis. Le sens du refoulement est fonction du sens de rotation de l'arbre. Il est particulièrement important lors du choix d'une bague d'étanchéité de veiller à ce que l'arbre soumis à un sens de rotation alternatif puisse aussi procéder au refoulement contre le sens d'étanchéité. C'est aussi pour cette raison qu'il est recommandé de limiter l'emploi du tournage dur aux arbres à un seul sens de rotation (refoulement de l'arbre vers la chambre à huile) ou de choisir une bague d'étanchéité capable d'assurer le refoulement en retour dans la chambre d'huile du flux généré par l'arbre provenant d'un tournage dur.

Le comportement au frottement des bagues d'étanchéité montées sur des arbres provenant d'un tournage dur est comparable à celui des bagues montées sur des arbres rectifiés.

DICHTOMATIK effectue des cycles de test avec différents modèles et formes de bagues d'étanchéité dans un institut scientifique de renom. Il est toutefois impératif de vérifier la compatibilité du joint par des cycles de test pour garantir une sécurité de fonctionnement maximale. Le bureau d'étude de DICHTOMATIK est à votre entière disposition pour toute demande de renseignements complémentaires, tels que les paramètres ou les cycles de test.

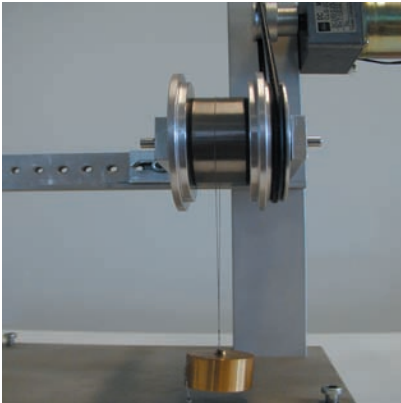
### Fluotournage

### Tôle emboutie

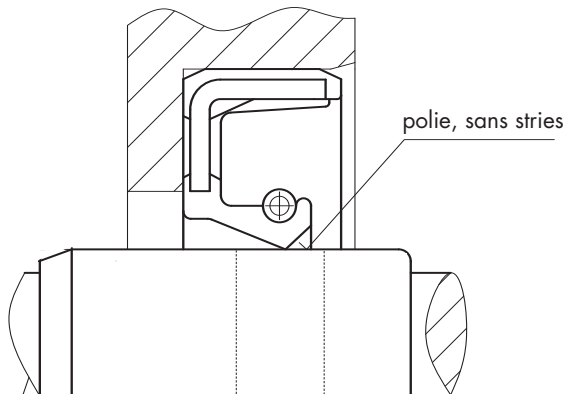
Les autres méthodes utilisables sont le rodage, le pierrage, l'abrasion, le galetage et le grenailage. Ces méthodes génèrent des surfaces de frottement correctes mais sont limitées à certaines conditions d'application de bague d'étanchéité. Il est toujours recommandé de vérifier les surfaces de frottement usinées de cette manière par un nombre suffisant de cycles de test.

### Absence de stries résiduelle de la surface de l'arbre

Veiller à un usinage de la zone des surfaces de frottement de l'arbre exempt de stries en prévention d'un effet de refoulement au niveau de la zone de surface à étancher, qui risquerait de gêner le fonctionnement de la bague d'étanchéité et de provoquer une fuite. Le terme « exempt de stries » est synonyme de l'absence d'une orientation des traces d'usinage dans une certaine direction, comme pour le pas d'un microfilet de vis par exemple.



Dispositif de mesure des stries à la surface d'arbres « méthode du fil »



Une vérification de l'absence de stries sur les arbres et manchons de réparation pour arbre est possible à l'aide de la méthode dite du fil. Il est requis, dans ce contexte, de respecter certains paramètres, tels que l'angle d'enroulement du fil, la vitesse de rotation et le poids, pour obtenir un résultat fiable. Le fil de test doit glisser sur une surface de frottement humectée et exempte de torsion sans déport axial. Une torsion existante aurait pour conséquence de déplacer le fil de test vers la gauche ou la droite selon le sens de rotation.

### Matériaux de l'arbre

Les aciers courants et traités habituels sont appropriés à l'arbre, à condition qu'ils respectent les valeurs de dureté de la surface.

Éviter la formation de corrosion dans la zone des surfaces de frottement de la bague d'étanchéité. Il est recommandé d'utiliser des arbres en acier traité fortement allié et inoxydable pour étancher l'eau et les fluides aqueux ou corrosifs. L'emploi de métaux non-ferreux est toutefois possible pour les applications avec une faible vitesse circumférentielle et secondaires.

Les fontes sont partiellement appropriées comme matières pour l'arbre, à condition qu'elles soient exemptes de retassures et que leurs pores soient  $< 0,05$  mm.

Dans des cas particuliers, des couches céramiques sont utilisables comme matières pour l'arbre, si la surface est scellée et à condition que ses pores soient  $< 0,05$  mm. Il est également requis de respecter la qualité de surface exigée et de garantir une bonne adhérence avec la matière de base de l'arbre.

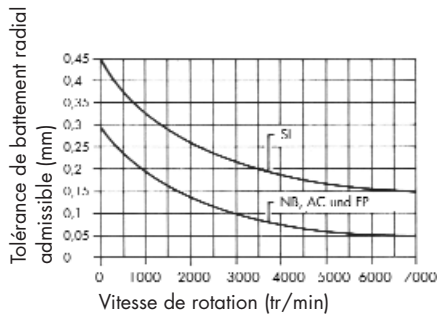
L'utilisation d'arbres chromés dur n'est adaptée que dans une mesure limitée, étant donné que cette matière ne se prête pas à la formation d'un bon film

de lubrification et qu'elle s'use irrégulièrement. Une amélioration de la formation d'un film de lubrification est toutefois possible par une rectification ultérieure.

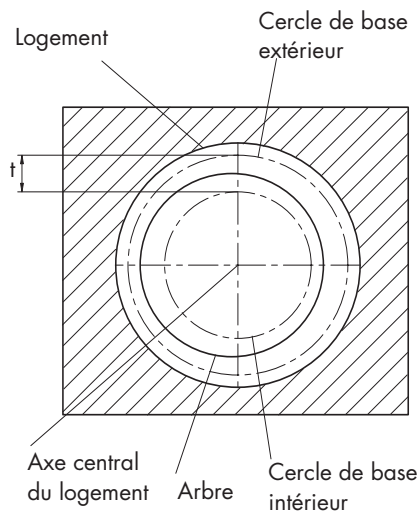
Les arbres en matières plastiques doivent également répondre à certaines conditions. Les matières plastiques présentent une très faible conductivité thermique, la dissipation de la chaleur par l'intermédiaire l'arbre est réduite et risque de provoquer une forte élévation de température au niveau de la lèvres d'étanchéité. Certaines vitesses de rotation sont par ailleurs susceptibles de provoquer un ramollissement, voire une fonte de la matière plastique.

Une chose demeure valable pour toutes les matières utilisées pour les surfaces de l'arbre : elles doivent toujours respecter les valeurs exigées pour la qualité de surface et la dureté.

L'emploi de manchons de réparation pour arbre est possible pour les arbres ne présentant pas les qualités de frottement requises pour des raisons de rentabilité, de conception ou de fabrication. DICHOTOMATIK vous propose des manchons de réparation pour arbre dans toutes les dimensions possibles et dans différentes matières et son bureau d'études s'occupe aussi de leur conception sur demande.



Tolérance de battement radial admissible de l'arbre



Représentation de la tolérance de battement radial

### Battement radial

Le battement radial ou excentricité dynamique de l'arbre devrait être aussi faible que possible. Il se pourrait, au cas contraire et en présence de vitesses de rotation élevées, que la bague à lèvres, qui a une inertie plus grande, ne puisse plus suivre l'arbre. Le fluide à étancher peut sortir d'un interstice unilatéral entre l'arrêt d'étanchéité et l'arbre, et entraîner une fuite. Il est recommandé, de ce fait, de placer la bague d'étanchéité à proximité directe du palier et de veiller à un jeu de palier aussi faible que possible. Les valeurs admissibles pour le battement radial en fonction de la vitesse de rotation sont reproduites sur le schéma à gauche.

Ces valeurs ne s'appliquent que dans certaines limites à notre modèle pour pression WAY/WASY assorti d'une bague à lèvres nettement plus rigide.

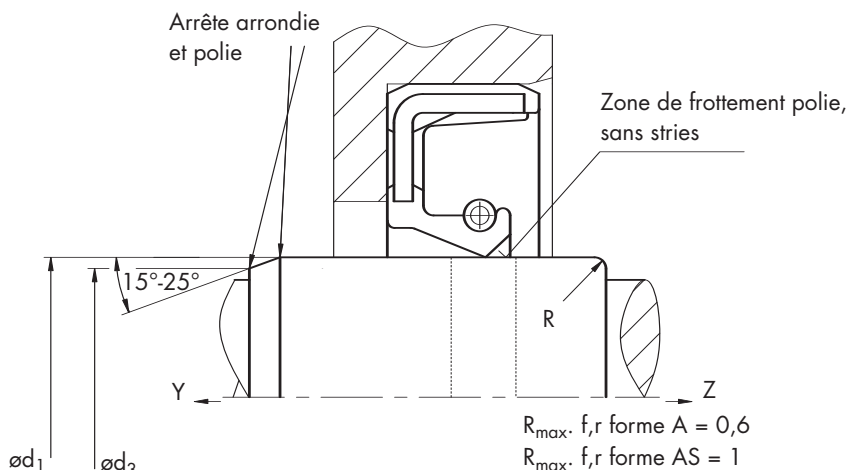
Montage	Chanfrein
$d_1$	$d_3$
$< 10$	$d_1 - 1.5$
$10 < 20$	$d_1 - 2$
$20 < 30$	$d_1 - 2.5$
$30 < 40$	$d_1 - 3$
$40 < 50$	$d_1 - 3.5$
$50 < 70$	$d_1 - 4$
$70 < 95$	$d_1 - 4.5$
$95 < 130$	$d_1 - 5.5$
$130 < 240$	$d_1 - 7$
$240 < 500$	$d_1 - 11$

### Chanfrein de l'arbre

Les deux dessins de l'épaulement d'un arbre ci-après sont proposés pour prévenir d'un endommagement de la bague à lèvres lors du montage et de son basculement :

Sens de montage Z de l'arbre  
Arrondis de l'épaulement de l'arbre avec  $r = 0,6$  à  $1$  mm.

Sens de montage Y de l'arbre  
Chanfrein de l'épaulement de l'arbre, angle recommandé de  $15$  à  $25^\circ$ .  
Le diamètre du chanfrein  $d_3$  figure au tableau ci-contre.



### Détérioration de l'arbre

Veiller impérativement à éviter les dégradations de toute sorte, p. ex. les rainures, rayures, creux, retassures, pores ou la corrosion de la surface de frottement de l'arbre. Tous ces défauts sont susceptibles de provoquer une panne prématurée ou des fuites. 30 % des défaillances trouvent leur origine dans un usinage erroné de l'arbre ou une dégradation de celui-ci. Il est particulièrement important de protéger attentivement les arbres, de leur production jusqu'à leur montage définitif. Se servir de dispositifs de transport appropriés ou de gaines de protection spéciales coulées ou emmanchées en matière plastique.

# Logement

La conception du logement est importante, parce que celui-ci assure l'étanchéité statique (zone de fuite secondaire) par l'enveloppe de la bague d'étanchéité. Respecter impérativement les exigences techniques ci-après pour obtenir un emmanchement solide et étanche dans le logement.

## Tolérances

Afin d'obtenir une bonne étanchéité statique en cohérence avec les tolérances de l'enveloppe de la bague d'étanchéité, il convient d'appliquer les tolérances ISO H8 selon DIN ISO 286 pour le diamètre du logement  $d_2$ . Le chevauchement des tolérances avec celles de la bague d'étanchéité est capital.

## Dimensions logement

Les dimensions axiales du logement et les rayons des arrêtes correspondants figurent au tableau en fonction de la hauteur  $b$  de la bague d'étanchéité :

<b>b</b>	<b>t<sub>1</sub> mini</b>	<b>t<sub>2</sub> mini</b>	<b>R<sub>1</sub></b>
7	5,95	7,3	
8	6,8	8,3	0,5
10	8,5	10,3	
12	10,3	12,3	
15	12,75	15,3	0,7
20	17	20,3	

## Chanfrein du logement

Le logement doit présenter un chanfrein de 10 à 20°, en veillant à une exécution sans bavure des zones de raccordement pour faciliter le montage de la bague d'étanchéité.

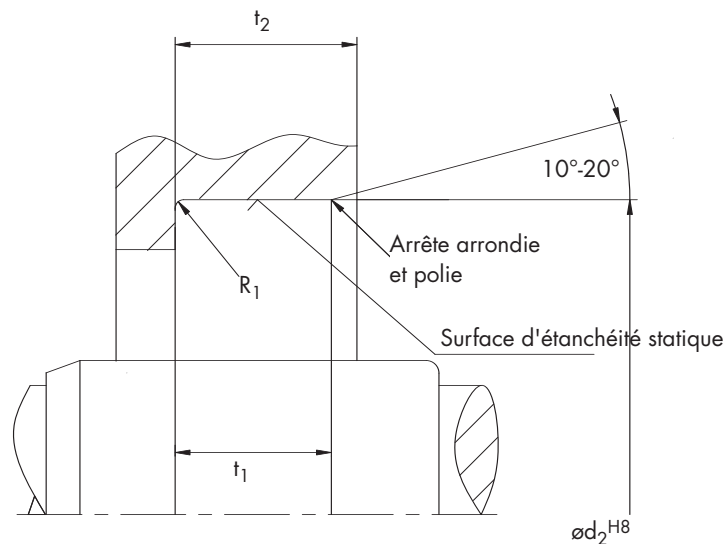
## Etat de surface du logement

Afin d'obtenir une bonne et fiable étanchéité statique, ainsi qu'une précontrainte de serrage forte dans le logement, les valeurs de rugosité suivantes doivent être observées:

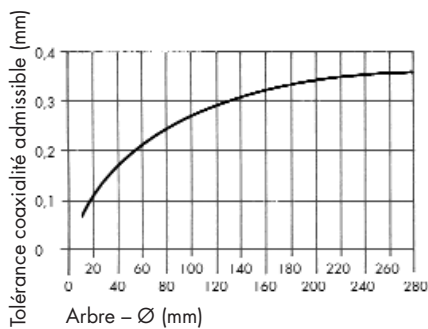
valeurs admissibles pour les modèles assortis d'une enveloppe caoutchoutée WA  
 $R_a = 1.6$  à  $6.3 \mu\text{m}$   
 $R_z = 10$  à  $20 \mu\text{m}$   
 $R_{\text{max}} \leq 25 \mu\text{m}$

valeurs admissibles des modèles à enveloppe métallique WB, WC  
 $R_a = 0,8$  à  $3.2 \mu\text{m}$   
 $R_z = 6.3$  à  $16 \mu\text{m}$   
 $R_{\text{max}} \leq 16 \mu\text{m}$

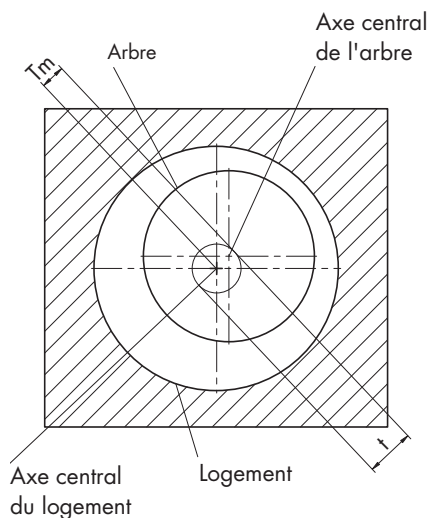
La surface doit être de très bonne qualité pour les bagues d'étanchéité à enveloppe métallique. Pour un emploi avec des fluides très liquides ou gazeux, ceci impose que la surface dans le logement doit être exempte de dégradations ou de traces d'usinage de toute nature, telles que les égratignures, rainures, retassures et creux.







Tolérances de coaxialité admissibles de l'arbre par rapport au logement



Représentation des tolérances de coaxialité

### Tolérances coaxiales logement

La tolérance de coaxialité admissible (divergence de centrage) entre le logement et l'arbre / le palier est reproduite au tableau ci-contre. La coaxialité mène à une répartition irrégulière de la pression de contact sur la circonférence, qui est aussi à l'origine d'efforts plus importants agissant sur la lèvre d'étanchéité et d'une usure prématurée. La pression de contact de l'arrête assurant l'étanchéité sur l'arbre est par contre trop faible et risque de mener à une détérioration de la

fonction d'étanchéité et aux fuites en découlant. Il faut également savoir que les bagues à lèvre plus courtes (modèle pression WAY/WASY) exigent des valeurs admissibles inférieures. Il est possible d'augmenter la tolérance coaxiale à l'aide d'élastomères spéciaux, de bagues à lèvre plus longues ou plus flexibles. L'écart de coaxialité doit être aussi réduit que possible afin d'obtenir une force radiale / une pression linéaire spécifique régulière.

### Matières du Logement

Les matières suivantes sont utilisées pour le logement et le couvercle / les brides du carter destinés au logement de la bague d'étanchéité :

- aciers courants et traités de construction mécanique
- fontes, p. ex. les qualités GGG, GG, GS, GTS
- métaux non ferreux et alliages de métaux non ferreux, p. ex. le G-ALMg
- matières plastiques dont certains thermoplastes et duroplast

La prise en compte du coefficient de dilatation thermique est particulièrement importante lors du choix du modèle de bague d'étanchéité et de la matière du logement, étant donné que ce coefficient diffère énormément pour les matières mentionnées ci-dessus.

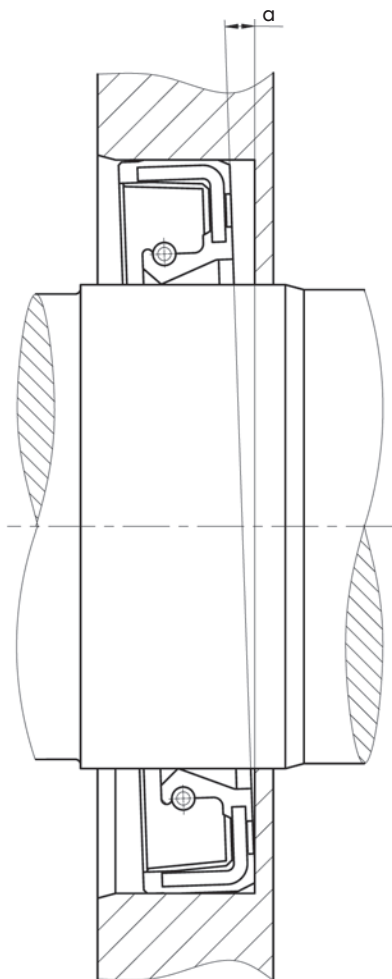
### Dilatation thermique

Le comportement à la dilatation thermique (coefficient de dilatation thermique) des matières de la bague d'étanchéité et du carter est important pour assurer l'étanchéité statique dans le logement (zone de fuite secondaire). Le fonctionnement peut donner naissance à des différences de température considérables, qui entraînent différentes modifications dimensionnelles linéaires en fonction de la matière. Le calcul des modifications dimensionnelles linéaires peut se faire d'après le principe général de la dilatation thermique linéaire :

$$\Delta L = a \cdot \Delta T \cdot L_0 \text{ [mm]}$$

Les différences entre les coefficients de dilatation thermique de l'acier, des fontes, des métaux non ferreux, des matières plastiques (thermoplastes) et des élastomères sont partiellement importantes et peuvent causer de nombreux problèmes.

Les augmentations de la température entre un carter en métal non ferreux ou en plastique et une bague d'étanchéité assortie d'une enveloppe métallique réduisent le chevauchement / la précontrainte de serrage, en raison de leurs différents coefficients de dilatation thermique et risquent de refouler le joint vers l'extérieur. C'est aussi pour cette raison que nous recommandons l'emploi de bagues d'étanchéité assorties d'une enveloppe en élastomère (p. ex. le modèle WA) pour les carters en métaux non ferreux ou en plastique. Ces bagues se distinguent par un ajustement additionnel sans jeu / un chevauchement plus large et sont capables de mieux suivre la dilatation du carter en raison de leurs coefficients de dilatation thermique plus élevés. Les bagues d'étanchéité avec une enveloppe extérieure striée en élastomère (modèle WAK) se distinguent par un ajustement additionnel sans jeu encore plus important et peuvent recouvrir des interstices plus larges de ce fait. Les carters en acier ou en fontes combinés à une bague d'étanchéité à enveloppe en élastomère sont les plus adaptés en ce qui concerne la résistance thermique.



Représentation de l'inclinaison

### Inclinaison admissible

La bague d'étanchéité doit être montée de manière aussi centrée et perpendiculaire à l'arbre que possible. La tolérance de perpendicularité ne devrait pas dépasser les valeurs figurant au tableau ci-contre selon DIN 3761. Les écarts plus importants (inclinaison) provoquent un refoulement, qui risque d'altérer l'effet d'étanchéité. Il faut également s'attendre à une forte usure unilatérale de la bague à lèvre en cas de surfaces rugueuses.

Diamètre de l'arbre /mm	Tolérance de perpendicularité /mm
jusqu'à 25	0,1
de 25 à 80	0,2
plus de 80	0,3

### Rigidité

Les parois des carters sont fréquemment très minces pour des raisons de rentabilité. Il faut cependant savoir que le montage de bagues d'étanchéité dans des logements à paroi mince ou de faible solidité est toujours soumis au risque d'un élargissement du carter susceptible de causer des fuites. Veiller à réduire l'élargissement du logement au minimum en choisissant un modèle de bague d'étanchéité approprié et à même de garantir l'ajustement serré nécessaire à une bonne étanchéité statique.

Il est recommandé d'utiliser des bagues d'étanchéité à enveloppe caoutchoutée (WA p. ex.) ou de prévoir une tolérance plus large du logement.

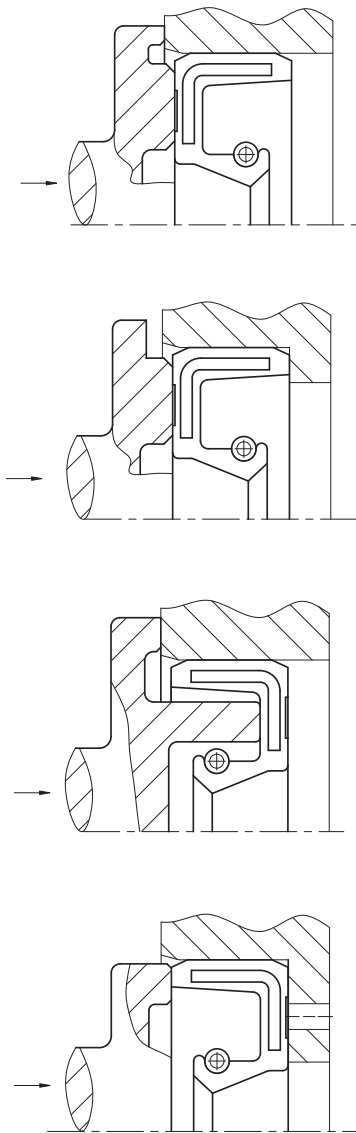
### Logement en deux parties

L'emploi du modèle WA (enveloppe caoutchoutée) permet d'obtenir l'étanchéité statique des logements en deux parties, même au niveau des plans de joint.

Le modèle WA permet d'obtenir l'étanchéité statique requise en raison des capacités de déformation élastique de l'élastomère et de son pouvoir d'égalisation. Ce modèle peut se porter garant d'une étanchéité fiable du plan de joint, même dans des logements en deux parties avec différents niveaux de séparation et /ou des dépôts.



## Montage



Différents outils et aides de montage pour bagues d'étanchéité.

Apporter une attention particulière à un montage correct. Environ 30 % des défaillances et détériorations des bagues d'étanchéité trouvent leur origine dans un montage erroné ou l'utilisation d'outils inappropriés au montage. Le montage des bagues d'étanchéité doit se faire selon la DIN 3760.

Nettoyer le logement et la bague d'étanchéité minutieusement avant de procéder au montage. Il se pourrait, au cas contraire, que les particules polluantes adhérentes provoquent une fuite peu de temps après la mise en service. Veuillez observer nos directives de montage.

Se servir, de préférence, d'un dispositif de compression hydraulique ou mécanique pour presser la bague d'étanchéité dans le logement. Ce dispositif applique la pression sur une grande surface de la face extérieure de la bague d'étanchéité de manière à comprimer la pièce à proximité maximale du diamètre extérieur. Veuillez aussi considérer que l'outil ou le dispositif utilisé devrait demeurer un certain temps en position de compression, afin de réduire au minimum les retours élastiques ou d'un positionnement incliné de la bague d'étanchéité.

Prévoir des manchons de montage appropriés pour guider la bague d'étanchéité par-dessus des sections à arêtes vives, telles que les dentures, rainures, filets ou extrémités d'arbres. Le manchon en question doit être exempt de dommages, tels que les rayures ou surfaces rugueuses.

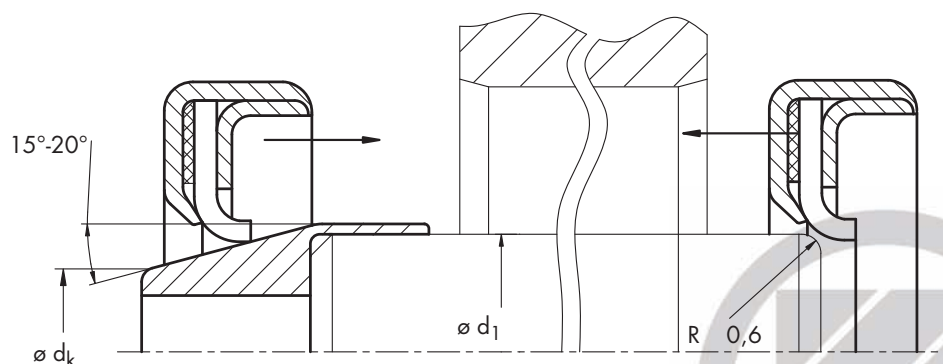
Une précontrainte de serrage ferme est uniquement garantie si l'enveloppe entre intégralement en contact avec le logement. L'adhérence s'affaiblit si le chanfrein frontal de la bague d'étanchéité dépasse légèrement du chanfrein du logement, ce qui ne manquera pas de provoquer un « flottement » de la bague d'étanchéité dans le logement. Si de la graisse doit remplir l'espace entre la lèvres de protection et la lèvres d'étanchéité, prévoir une application au préalable. Les outils d'application, par exemple les pinces, sont susceptibles de laisser des dépôts gênant le fonctionnement sur le joint. Le remplissage de graisse ne devrait pas dépasser les deux tiers de l'espace intermédiaire.

### WCP20

La reproduction montre un montage fiable de la WCP20. Prévoir un cône de montage pour le montage de la WCP20 sur un arbre chanfreiné, afin de guider la bague à lèvres correctement et d'éviter son rabattement.

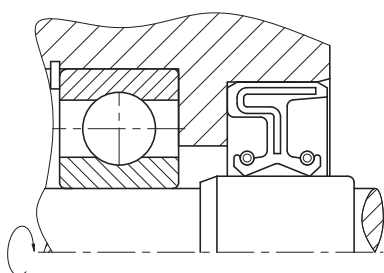
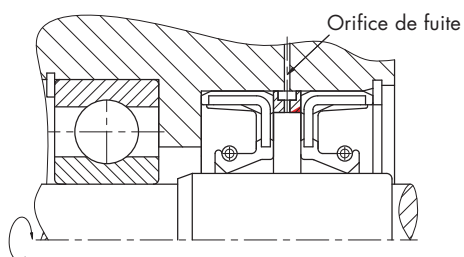
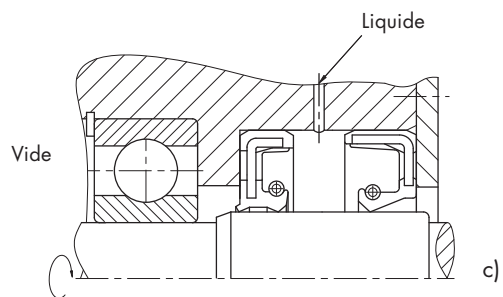
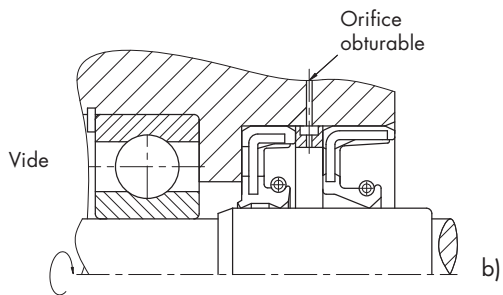
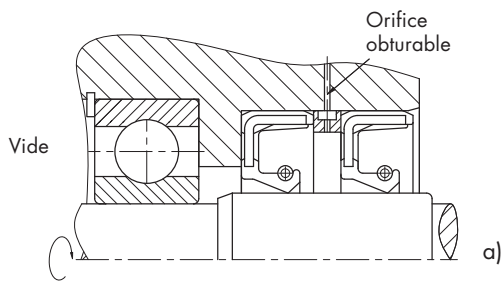
Prévoir un chanfrein ou un arrondi lors du montage de la WCP20 avec la face extérieure en tête. Les instructions de montage générales pour bagues d'étanchéité sont valables au demeurant. De même que la pente de montage (dk) donnée par le tableau.

$\varnothing d_1$	$\varnothing d_k$
6 - 60	$\varnothing d_1 - 3,5$
65 - 135	$\varnothing d_1 - 4,5$
140 - 170	$\varnothing d_1 - 6$



Installation cone WCP20

## Applications spéciales



### Étanchéité au vide

Utiliser des bagues d'étanchéité avec la bague à lèvres côté atmosphère pour étancher un arbre contre la dépression. Le montage de la bague d'étanchéité extérieure doit également se faire avec la bague à lèvres côté atmosphère en cas d'emploi de graisse. Schéma a) et b)

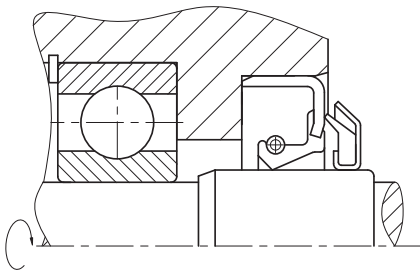
Pour assurer la lubrification de la lèvre d'étanchéité et de garantir l'étanchéité, un lubrifiant doit être utilisée dans la zone de confinement entre les deux bagues d'étanchéité. Si un liquide est utilisé dans ce confinement, les bagues doivent être installées avec les lèvres d'étanchéité face à face. En raison du gradient de pression négative, la bague d'étanchéité intérieure est mise sous pression par le confinement du liquide. Ici, nous recommandons l'utilisation de notre type Wasy. Image c)

### Séparation de deux fluides

Il est requis de monter deux bagues d'étanchéité « dos à dos », donc avec les lèvres d'étanchéités placées en opposition. Nous recommandons de prévoir un orifice de fuite pour l'espace situé entre les bagues d'étanchéité.

Une autre possibilité de séparer deux fluides en présence de vitesses circumférentielles faibles et moyennes est d'utiliser notre modèle WAD, qui combine deux bagues à lèvres dirigées dans un sens opposé en un seul joint. Lors du Montage, remplir de graisse l'espace entre les deux lèvres d'étanchéité.





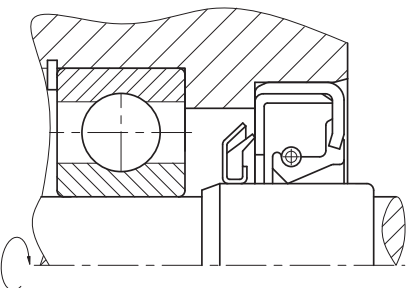
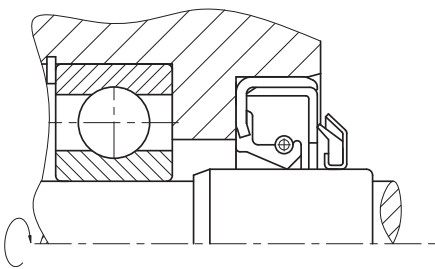
### Étanchéité dans des environnements très sales

Les environnements sujets aux saletés provoquent une usure prématurée du joint et de la surface de l'arbre. Il est donc recommandé de protéger la bague à lèvre selon la nature et la quantité des saletés environnantes.

La solution la plus simple est l'emploi du modèle WAS avec la lèvre de protection dirigée vers l'extérieur. Remplir l'espace entre la lèvre de protection et la lèvre d'étanchéité au deux tiers maximum de graisse lors du montage.

Il est possible, dans les environnements extrêmement sales, de faire précéder la bague d'étanchéité d'un joint axial VRM. Le joint VRM tourne avec l'arbre et son effet centrifuge élimine les saletés directement. Le VRM est également équipé d'une lèvre en élastomère, qui assure l'étanchéité vis-à-vis de la surface axiale du carter (ou éventuellement directement contre la bague d'étanchéité type WB).

L'emploi de joints cassette est préconisé dans des conditions extrêmes, p. ex. pour les machines agricoles et engins de génie civil. Les joints sont encapsulés et forment un labyrinthe rempli de graisse avec plusieurs bagues de frottement à l'intérieur. Cette disposition prévient la pénétration des saletés efficacement. Une surface de frottement avec lèvre d'étanchéité est également intégrée au joint cassette.



### Étanchéité de fluides contaminés

Les fluides contaminés ou fluides contenant des substances abrasives sont à l'origine d'une usure intense de la zone d'étanchéité. Le joint inférieur des arbres verticaux est soumis à des sollicitations extrêmes dues aux particules tombant au fond. Le montage d'un deuxième joint et / ou l'emploi d'un joint axial VRM permet de parer à cette difficulté.



## Stockage des produits en élastomère

L'élastomère est une matière habituellement facile à stocker. Les caractéristiques des élastomères demeurent pratiquement stables pendant des années, pour autant que les conditions de stockage respectent certaines exigences minimales. Ces exigences sont décrites aux normes DIN 7716 et ISO 2230.

Veiller au stockage des joints exempts de contraintes, c'est-à-dire sans traction, pression ou autre risque de déformation.

Protéger les joints contre les changements d'air importants et fréquents, notamment contre les courants d'air. Il est recommandé de les stocker dans leur conditionnement d'origine, par exemple dans un sachet de polyéthylène ou un récipient hermétique.

Prévoir un espace de stockage frais, sec, exempt de poussières et à faible ventilation.

Une température de stockage constante est optimale. Elle ne devrait pas être inférieure à  $-10\text{ °C}$  et supérieure à  $+20\text{ °C}$ .

Prévoir des écrans au niveau des radiateurs des locaux de stockage et respecter une distance par rapport aux produits à stocker d'au moins 1 mètre.

L'humidité relative de l'air ne devrait pas dépasser 65 %. Éviter toujours les fortes incidences de la lumière, notamment les rayonnements ultraviolets et toute exposition directe aux rayons du soleil.

Ne jamais mettre des dispositifs électriques générant de l'ozone en place dans des locaux de stockage destinés aux élastomères.

