



**Norme
internationale**

ISO 27509

**Industries du pétrole et du gaz
naturel — Raccordements à brides
compactes avec bague d'étanchéité IX**

*Petroleum and natural gas industries — Compact flanged
connections with IX seal ring*

**Deuxième édition
2020-12**

iTech Standards
(<https://standards.iteh.ai>)
Document Preview

[ISO 27509:2020](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/iso/137e9af7-7958-401d-a706-c645c292d15e/iso-27509-2020)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/iso/137e9af7-7958-401d-a706-c645c292d15e/iso-27509-2020>

iTeh Standards
(<https://standards.iteh.ai>)
Document Preview

[ISO 27509:2020](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/iso/137e9af7-7958-40dd-a706-c645c292d15e/iso-27509-2020)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/iso/137e9af7-7958-40dd-a706-c645c292d15e/iso-27509-2020>



DOCUMENT PROTÉGÉ PAR COPYRIGHT

© ISO 2020

Tous droits réservés. Sauf prescription différente ou nécessité dans le contexte de sa mise en œuvre, aucune partie de cette publication ne peut être reproduite ni utilisée sous quelque forme que ce soit et par aucun procédé, électronique ou mécanique, y compris la photocopie, ou la diffusion sur l'internet ou sur un intranet, sans autorisation écrite préalable. Une autorisation peut être demandée à l'ISO à l'adresse ci-après ou au comité membre de l'ISO dans le pays du demandeur.

ISO copyright office
Case postale 401 • Ch. de Blandonnet 8
CH-1214 Vernier, Genève
Tél.: +41 22 749 01 11
E-mail: copyright@iso.org
Web: www.iso.org

Publié en Suisse

Sommaire	Page
Avant-propos	v
Introduction	vii
1 Domaine d'application	1
2 Références normatives	1
3 Termes et définitions	2
4 Abréviations et symboles	3
4.1 Abréviations	3
4.2 Symboles	3
5 Conception	6
5.1 Généralités	6
5.2 Principes de conception	6
5.3 Exigences relatives aux assemblages	8
5.4 Composants normalisés	8
5.5 Unités de mesure	9
5.6 Arrondis	9
5.7 Conformité aux codes de conception des tuyauteries	9
5.8 Conformité au présent document	10
6 Désignation	10
6.1 Désignation des brides	10
6.2 Désignation des bagues d'étanchéité	10
7 Matériaux	11
7.1 Généralités	11
7.2 Matériaux de bride	11
7.3 Matériau de boulonnerie	11
7.4 Matériaux de bague d'étanchéité	12
8 Résistance, relations pression/température et étanchéité	13
8.1 Généralités	13
8.2 Relations pression/température	13
8.3 Essais sous pression et étanchéité	14
9 Dimensions des brides	14
9.1 Généralités	14
9.2 Dimensions des collerettes à souder bout à bout	15
9.3 Dimensions des brides pleines (BL)	24
9.4 Dimensions des brides incorporées (IF)	26
9.5 Dimensions des interfaces rigides	36
9.6 Dimensions des brides à tampon plein (PB) et à entretoise creuse (PS)	39
9.7 Poignées et oreilles de levage	41
9.8 Dimensions des entretoises à orifices (OS)	42
9.9 Dimensions des brides de réduction fileté	44
9.10 Raccordements auxiliaires	45
9.11 Tolérances des brides	45
9.12 États de surface	47
10 Marquage des brides	48
10.1 Brides autres que les brides incorporées	48
10.2 Nom ou marque commerciale du fabricant	48
10.3 Diamètre nominal	48
10.4 Désignation de la classe de pression	49
10.5 Dimensions de tube	49
10.6 Identification des matériaux	49
10.7 Identification des brides à filetage interne	49
10.8 Traçabilité du matériau	49

ISO 27509:2020(fr)

10.9	Exemples de marquage	49
10.10	Poinçonnage	50
11	Dimensions des bagues d'étanchéité	50
12	Fabrication, essais et inspection des joints d'étanchéité IX	52
13	Revêtement et code couleur	53
14	Marquage des bagues d'étanchéité	54
15	Systèmes de management de la qualité	54
16	Dimensions et masses des boulons	54
Annexe A (normative)	Relations pression-température et capacité de charge	55
Annexe B (normative)	Sélection d'angle pour les brides incorporées	59
Annexe C (normative)	Dimensions et masses des boulons	71
Annexe D (normative)	Manutention, installation, assemblage et réparation des brides	77
Annexe E (informative)	Mass of flanges	91
Annexe F (informative)	Metric bolting	101
Annexe G (informative)	Additional information on bibliographical references	103
Bibliographie		104

iTeh Standards (<https://standards.iteh.ai>) Document Preview

[ISO 27509:2020](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/iso/137e9af7-7958-40dd-a706-c645c292d15e/iso-27509-2020)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/iso/137e9af7-7958-40dd-a706-c645c292d15e/iso-27509-2020>

Avant-propos

L'ISO (Organisation internationale de normalisation) est une fédération mondiale d'organismes nationaux de normalisation (comités membres de l'ISO). L'élaboration des Normes internationales est en général confiée aux comités techniques de l'ISO. Chaque comité membre intéressé par une étude a le droit de faire partie du comité technique créé à cet effet. Les organisations internationales, gouvernementales et non gouvernementales, en liaison avec l'ISO participent également aux travaux. L'ISO collabore étroitement avec la Commission électrotechnique internationale (IEC) en ce qui concerne la normalisation électrotechnique.

Les procédures utilisées pour élaborer le présent document et celles destinées à sa mise à jour sont décrites dans les Directives ISO/IEC, Partie 1. Il convient, en particulier, de prendre note des différents critères d'approbation requis pour les différents types de documents ISO. Le présent document a été rédigé conformément aux règles de rédaction données dans les Directives ISO/IEC, Partie 2 (voir www.iso.org/directives).

L'attention est attirée sur le fait que certains des éléments du présent document peuvent faire l'objet de droits de propriété intellectuelle ou de droits analogues. L'ISO ne saurait être tenue pour responsable de ne pas avoir identifié de tels droits de propriété et averti de leur existence. Les détails concernant les références aux droits de propriété intellectuelle ou autres droits analogues identifiés lors de l'élaboration du document sont indiqués dans l'Introduction et/ou dans la liste des déclarations de brevets reçues par l'ISO (voir www.iso.org/brevets).

Les appellations commerciales éventuellement mentionnées dans le présent document sont données pour information, par souci de commodité, à l'intention des utilisateurs et ne sauraient constituer un engagement.

Pour une explication de la nature volontaire des normes, la signification des termes et expressions spécifiques de l'ISO liés à l'évaluation de la conformité, ou pour toute information au sujet de l'adhésion de l'ISO aux principes de l'Organisation mondiale du commerce (OMC) concernant les obstacles techniques au commerce (OTC), voir www.iso.org/avant-propos.

Le présent document a été élaboré par le comité technique ISO/TC 67, *Matériel, équipement et structures en mer pour les industries pétrolière, pétrochimique et du gaz naturel*, sous-comité SC 6, *Équipements des procédés, tuyauteries, systèmes, et sécurité qui y est rattachée*, en collaboration avec le comité technique CEN/TC 12, *Matériel, équipement et structures en mer pour les industries du pétrole, de la pétrochimie et du gaz naturel* du Comité européen de normalisation (CEN), conformément à l'Accord de coopération technique entre l'ISO et le CEN (Accord de Vienne).

Cette deuxième édition annule et remplace la première édition (ISO 27509:2012), qui a fait l'objet d'une révision technique. Elle incorpore également le Corrigendum technique ISO 27509:2012/Cor.1:2013. Les principales modifications par rapport à l'édition précédente sont les suivantes:

- les [Annexes B](#) et [D](#) ([Annexe E](#) dans l'édition précédente) sont devenues des annexes normatives;
- des exigences de qualité plus strictes concernant la fabrication des produits et les instructions d'assemblage ont été ajoutées. Ces exigences comprennent:
 - a) un contrôle par ultrasons des produits conformément aux nouvelles exigences de l'ASME VIII div. 2 ([Article 7](#));
 - b) des exigences en matière de résistance des matériaux et d'usinage strictement conformes aux tolérances données pour les bagues d'étanchéité IX ([Article 12](#));
 - c) de nouvelles et meilleures exigences en matière de revêtement pour les bagues d'étanchéité IX ([Article 13](#) et [Annexe D](#));
 - d) l'exclusion de l'utilisation de bagues d'étanchéité IX pour faciliter l'alignement en transférant une charge de cisaillement importante pendant l'assemblage ([Annexe D](#));
 - e) des lignes directrices plus complètes et plus détaillées sur l'évaluation de l'endommagement des produits et la réparation de ces dommages ([Annexe D](#));

ISO 27509:2020(fr)

- f) des exigences plus complètes en matière de qualification des procédures de mise sous tension des boulons ([Annexe D](#)); et
- g) l'explication de la déformation élastoplastique des brides lors du premier assemblage a été améliorée en [5.3](#) et à l'[Annexe D](#), afin d'éviter un réusinage ou un rejet inutiles lorsque les angles de chanfrein des brides ont changé.

Il convient que l'utilisateur adresse tout retour d'information ou toute question concernant le présent document à l'organisme national de normalisation de son pays. Une liste exhaustive desdits organismes se trouve à l'adresse www.iso.org/fr/members.html.

iTeh Standards (<https://standards.itih.ai>) Document Preview

[ISO 27509:2020](#)

<https://standards.itih.ai/catalog/standards/iso/137e9af7-7958-40dd-a706-c645c292d15e/iso-27509-2020>

Introduction

Initialement fondé sur NORSOK L-005, le présent document a été développé pour fournir une Norme internationale sur les assemblages à brides compactes (CFC, *compact flange connections*) qui, étant donné leurs masses et dimensions réduites, peuvent être utilisés à la place des brides classiques spécifiées dans les normes ASME, les normes européennes et d'autres normes. Les caractéristiques de conception inhérentes et les modes opératoires de vissage accroissent la fiabilité des assemblages et garantissent l'étanchéité. Les CFC peuvent également constituer une alternative à d'autres types de connecteurs mécaniques à collerette et collier.

L'utilisation d'éléments d'étanchéité porteurs de charge, traditionnellement appelés «joints», n'est pas conforme aux exigences du présent document.

Le présent document a été développé pour les réseaux de tuyauteries process conçus conformément à des codes de conception des tuyauteries sous pression (par exemple ASME B31.3). Voir [5.7](#) pour obtenir plus de détails.

Les modèles de brides ont été choisis de manière à obtenir un coefficient de sécurité minimal de 2,0 lorsqu'ils sont soumis à une pression de calcul égale aux relations pression/température de l'ASME B16.5 dans les limites de température du présent document.

Le corps principal du présent document contient toutes les informations requises pour la fabrication et la fourniture des matériaux des brides et des bagues d'étanchéité, telles que:

- les dimensions et les exigences relatives aux matériaux des brides;
- les dimensions et les exigences relatives aux matériaux des bagues d'étanchéité;
- les dimensions et les exigences relatives aux matériaux de la boulonnerie;
- les exigences de tolérances et de finition; et
- les exigences de désignation et de marquage des produits finis.

Les [Annexes A](#), [B](#), [C](#) et [D](#) couvrent les sujets suivants:

- les équations de capacité structurelle des assemblages à brides;
- la méthode préconisée pour appliquer les brides sur des robinetteries et des tubulures d'équipements à géométrie spéciale;
- les dimensions et les masses des boulons;
- les instructions d'installation et d'assemblage, ainsi que les lignes directrices pour la réparation des dommages et des irrégularités au niveau des surfaces d'étanchéité.

Les [Annexes E](#), [F](#) et [G](#) couvrent les domaines suivants:

- masses de tous les composants normalisés;
- dimensions appropriées de la boulonnerie métrique alternative;
- informations supplémentaires concernant les références bibliographiques.

Dans le présent document, les formes verbales suivantes sont utilisées:

- «doit» indique une exigence («shall» en anglais);
- «il convient de» indique une recommandation («should» en anglais);
- «peut» indique une autorisation («may» en anglais);
- «peut» indique une possibilité ou une capacité («can» en anglais).

Industries du pétrole et du gaz naturel — Raccordements à brides compactes avec bague d'étanchéité IX

1 Domaine d'application

Le présent document spécifie en détail les exigences de fabrication des assemblages à brides circulaires compactes en alliage d'acier et de nickel, ainsi que des bagues d'étanchéité associées, pour les pressions et températures désignées dans les classes CL 150 (PN 20) à CL 1500 (PN 260) pour les dimensions nominales DN 15 (NPS ½) à DN 1200 (NPS 48), et pour CL 2500 (PN 420) pour les dimensions nominales DN 15 (NPS ½) à DN 600 (NPS 24).

NOTE NPS est exprimé conformément aux normes ASME B36.10M et ASME B36.19M.

Le présent document est applicable aux brides à collerette à souder bout à bout, aux brides pleines, aux entretoises creuses et aux obturateurs d'entretoise (tampons pleins), aux brides incorporées des robinetteries/équipements, aux entretoises à orifices, aux brides de réduction filetées et aux interfaces rigides des tuyauteries process utilisées dans les industries du pétrole, de la pétrochimie et du gaz naturel.

Le présent document s'applique à une plage de températures allant de -196 °C à +250 °C.

Le présent document ne s'applique pas à la pression externe.

2 Références normatives

Les documents suivants sont cités dans le texte de sorte qu'ils constituent, pour tout ou partie de leur contenu, des exigences du présent document. Pour les références datées, seule l'édition citée s'applique. Pour les références non datées, la dernière édition du document de référence s'applique (y compris les éventuels amendements).

ISO 2768-1, *Tolérances générales — Partie 1: Tolérances pour dimensions linéaires et angulaires non affectées de tolérances individuelles*

ISO 4287, *Spécification géométrique des produits (GPS) — État de surface: Méthode du profil — Termes, définitions et paramètres d'état de surface*

ISO 4288, *Spécification géométrique des produits (GPS) — État de surface: Méthode du profil — Règles et procédures pour l'évaluation de l'état de surface*

ISO 5167-1, *Mesurage de débit des fluides au moyen d'appareils déprimogènes insérés dans des conduites en charge de section circulaire — Partie 1: Principes généraux et exigences générales*

ISO 5167-2:2003, *Mesurage de débit des fluides au moyen d'appareils déprimogènes insérés dans des conduites en charge de section circulaire — Partie 2: Diaphragmes*

ISO 14313, *Industries du pétrole et du gaz naturel — Systèmes de transport par conduites — Robinets de conduites*

ISO 80000-1:2009, *Grandeurs et unités — Partie 1: Généralités*

EN 1591-4, *Brides et leurs assemblages — Partie 4: Qualification des compétences du personnel en charge du montage des assemblages boulonnés sur des systèmes sous pression en service critique*

EN 1779, *Essais non destructifs — Contrôle d'étanchéité — Critères de choix de la méthode et de la technique*

ASME B16.5, *Pipe Flanges and Flanged Fittings: NPS 1/2 through NPS 24 Metric/Inch Standard*

ASME B16.34, *Valves — Flanged, Threaded and Welding End*

ASME B1.20.1, *Pipe Threads, General Purpose (Inch)*

ASME B31.3:2018, *Process Piping*

ASTM B568, *Standard Test Method for Measurement of Coating Thickness by X-Ray Spectrometry*

ASTM B571, *Standard Practice for Qualitative Adhesion Testing of Metallic Coatings*

ASME VIII, Div. 2: *Boiler and Pressure Vessel Code — Alternative Rules*

3 Termes et définitions

Pour les besoins du présent document, les termes et définitions suivants s'appliquent.

L'ISO et l'IEC tiennent à jour des bases de données terminologiques destinées à être utilisées en normalisation, consultables aux adresses suivantes:

— ISO Online browsing platform: disponible à l'adresse <https://www.iso.org/obp>

— IEC Electropedia: disponible à l'adresse <https://www.electropedia.org/>

3.1

classe

CL

classe de pression selon des valeurs spécifiques

Note 1 à l'article: Les valeurs doivent être conformes aux normes ASME B16.5 et ASME B16.34

3.2

assemblage à brides compactes

CFC

raccordement sans joints de tubes statiques au moyen de deux brides boulonnées, les charges des boulons étant transmises entre les faces de brides par contact de métal à métal

3.3

joint d'étanchéité

barrière destinée à empêcher le passage des fluides tout en transmettant la totalité des charges entre les brides

3.4

acheteur

personne ou organisation qui achète l'assemblage de tubes au nom de l'utilisateur et/ou de l'exploitant, ou pour son propre compte

3.5

bagues d'étanchéité

composant créant une barrière destinée à empêcher le passage des fluides et ne transmettant aucune charge significative entre les brides

3.6

fournisseur

personne ou organisation en charge de la fourniture de l'assemblage de tubes

4 Abréviations et symboles

4.1 Abréviations

BL	bride pleine
DE	diamètre extérieur
DI	diamètre intérieur
DN	diamètre nominal du tube (exprimé en millimètres)
IF	bride incorporée (faisant partie intégrante d'un autre équipement ou composant)
IX	bague d'étanchéité métallique spéciale appliquée dans le présent document
LB	obturateurs amovibles (PS et PB inclus)
NPS	diamètre nominal de tuyau (exprimé en millimètres)
OS	entretoise à orifice
PB	tampon plein
PN	pression nominale (exprimée en bar)
PS	entretoise creuse
PTFE	polytétrafluoroéthylène
RI	interface rigide
RT	bride de réduction fileté
WN	bride à collerette

4.2 Symboles

A	diamètre extérieur de la collerette
A_{\max}	diamètre extérieur maximal permettant l'utilisation d'outils usuels
A_{\min}	diamètre extérieur minimal indiqué dans les Tableaux 7 à 12
A_{C015}	aire de section de la collerette/du tube, calculée à partir de t_{015}
$A_{C_{\text{eqv}}}$	aire de section d'une collerette de bride à géométrie spéciale, calculée à partir de la Formule (B.1)
A_{Cb}	aire totale en section transversale de la boulonnerie, localisées à la base du filetage
A_T	diamètre du moyeu de la bride de réduction fileté
a	l'écart d'alignement maximal admissible entre les brides raccordées (voir Figure D.4)
a_{Cb}	aire de section à fond de filet des boulons
B	diamètre de l'alésage, où il convient que l'alésage ne dépasse pas l'alésage maximal spécifié dans le présent document

ISO 27509:2020(fr)

B_{\max}	diamètre d'alésage maximal spécifié
B_{\min}	diamètre d'alésage minimal pour lequel les angles de face sont valides
B_1	diamètre d'alésage minimal pour la bride à obturer NOTE B_1 correspond également au diamètre de départ pour l'angle de face de l'obturateur et de la bride de réduction fileté.
B_{CD}	diamètre du cercle de perçage
d_B	taille du boulon (diamètre nominal du boulon)
d_n	diamètre de contact effectif de la face d'écrou (moyenne entre la largeur des méplats et le diamètre du trou de passage de boulon)
d_p	diamètre moyen de l'extrémité de collerette = $(A+B)/2$
d_t	diamètre de contact (moyen) effectif des filets de boulon
D_{A1}	diamètre intérieur de la rainure
D_{A3}	diamètre extérieur de la rainure
D_{Gn}	dimensions des bagues d'étanchéité (voir Figure 13)
D_{W1}	diamètre intérieur du creux
D_{W2}	diamètre extérieur du creux
D_{W3}	diamètre extérieur de la bride
D_{W4}	diamètre extérieur du congé entre la bride et la collerette
e	distance radiale entre B_{CD} et d_p
E_1	profondeur de la gorge
E_2	profondeur du creux
F_A	force axiale appliquée
F_{cB}	capacité de déformation plastique totale des boulons (aire de section à fond de filet \times nombre de boulons \times limite d'élasticité)
F_f	capacité de charge axiale de la bride sans effet de levier des boulons
F_{fp}	capacité de charge axiale de la bride avec effet de levier des boulons
F_{End}	force des bouchons d'extrémité, calculée par rapport au diamètre de garniture de la bague d'étanchéité
F_P	précharge requise du boulon
F_R	force résultant de la tension externe F_A et du moment de flexion externe M_A
f_y	limite élastique du matériau de bride à température spécifique
f_{yb}	limite élastique du matériau de boulon à température spécifique
H_{Gn}	dimensions des bagues d'étanchéité (voir Figure 13)

ISO 27509:2020(fr)

H_{P1}	épaisseur de PB, PS et OS
H_{W3}	épaisseur de la bride
H_{W5}, H_{T5}	longueur totale
L	diamètre du trou de passage de boulon
L_1, L_2, L_3	profondeurs de trou de passage de boulon (voir Figure 5 et Tableau 22)
l	longueur libre du boulon entre les filets en prise et les écrous
M_A	moment de flexion appliqué
n	nombre de boulons
P_t	pas de filetage de la boulonnerie
p	pression interne en N/mm ²
R	Rayon
R_C	rayon (valeur maximale indiquée dans le tableau)
R_{V1}	rayon entre la collerette et la bague sur les brides incorporées
T	couple appliqué au boulon
t	épaisseur de la paroi de tube
t_{\min}	épaisseur minimale utilisable de la collerette, définie par le diamètre extérieur normalisé du tube, A , et le diamètre d'alésage maximal spécifié, B_{\max} .
t_{\max}	épaisseur maximale utilisable de la collerette, définie par A_{\max} et le diamètre d'alésage minimal spécifié
t_{015}	épaisseur de paroi indiquant le plus petit angle de face possible (0,15°)
t_{eqv}	épaisseur de paroi équivalente calculée à partir de A_{Ceqv} sur H_{W5}
W_f	capacité de résistance au moment de gauchissement de la bride
X	demi-grand axe d'ellipse
Y	demi-petit axe d'ellipse
α_{A2}	angle de rainure
α_{B1}	angle de chanfrein de la face de bride
α_{B2}	angle de face effectif/angle de chanfrein de face arrière
Δ	fraction de la précontrainte initialement appliquée et perdue au cours du transfert de la charge du boulon de l'outil de tension à l'écrou
ψ	taux d'utilisation de bride
μ_n	coefficient de frottement de la surface d'appui de l'écrou
μ_t	coefficient de frottement des filets de boulon

5 Conception

5.1 Généralités

Les CFC doivent:

- a) être conçus pour un vissage face contre face afin de transférer les charges des boulons via les faces de brides;
- b) être conçus pour maintenir un mode statique de l'assemblage boulonné jusqu'à 1,5 fois la relation de pression/température spécifiée (voir [8.2](#)). Le mode statique est maintenu tant que la différence entre les charges nominales maximale et minimale supportées par les boulons de l'assemblage ne dépasse pas 5 % des valeurs minimales spécifiées dans le [Tableau 3](#);
- c) être normalisés afin de couvrir au minimum les mêmes dimensions et désignations de classes de pression-température que celles de l'ASME B16.5 en offrant des performances identiques ou supérieures;
- d) être normalisés de manière cohérente par rapport aux normes couramment utilisées par l'industrie de la robinetterie [par exemple, l'ASME B16.34, ISO 14313 et l'EN 12516 (toutes les parties)] ainsi qu'à d'autres normes de robinetterie qui se réfèrent à ces normes pour les calculs de pression;
- e) être conformes aux exigences applicables du code relatif aux tuyauteries ou aux récipients sous pression convenu entre le fournisseur et l'acheteur.

La partie des assemblages à brides conformes au présent document la plus faible en termes de rupture de fatigue est toujours située au niveau de la transition entre la bride et le tube, ou entre la bride et le collet de tubulure d'un équipement ou d'une robinetterie. L'assemblage boulonné lui-même n'est jamais soumis à une charge de fatigue si le cycle de températures est pris en compte au moment du choix du matériau (voir [7.3](#)).

Les CFC spécifiques aux fournisseurs peuvent se référer au présent document lorsque des exigences supplémentaires par rapport aux exigences minimales spécifiées dans présent document sont convenues entre l'acheteur et le fournisseur. L'objectif est d'autoriser des conceptions alternatives et supplémentaires pour les produits du présent document sans compromettre aucun des points en a), b) et e) du présent paragraphe ainsi que les exigences des points [8.1](#) et [8.3](#).

5.2 Principes de conception

La [Figure 1](#) indique les principes de conception des brides compactes et de leur système d'étanchéité conformément au présent document.

La face de bride comporte un chanfrein légèrement convexe dont le point le plus haut, appelé «talon», est adjacent à l'alésage, ainsi qu'un petit coin extérieur autour du diamètre extérieur de la bride. L'assemblage est réalisé par serrage/mise sous tension de la boulonnerie de la bride qui tire conjointement les deux demis connecteurs. Les angles des chanfreins ont été normalisés pour différentes épaisseurs appropriées de paroi de tubes adjacents, pour chaque bride à collerette à souder ayant une dimension et une classe de pression données.

Pour la bague d'étanchéité IX, les forces axiales sont exercées sur le cône de la bague métallique et converties en force d'étanchéité radiale. L'augmentation de la précharge engendre également la fermeture du chanfrein et un contact entre faces au niveau du coin extérieur, alors que la majorité de la précharge des boulons est transférée sous forme de forces de compression entre les faces des brides au niveau du talon, tel que représenté à la [Figure 1](#). Les flèches de la figure indiquent les forces/pressions appliquées et les forces de contact après le vissage et en fonctionnement normal.