



Quality by Witzemann



Witzemann GmbH

Östliche Karl-Friedrich-Str. 134
75175 Pforzheim, Germany
Téléphone +49 7231 581-0
Téléfax +49 7231 581-820
wi@witzemann.com
www.witzemann.de

Witzemann France S.A.R.L.

4, allée des Rousselets
ZAC des Vallières
77400 Thorigny sur Marne
Téléphone 01-60-94-31-31
Téléfax 01-60-94-30-40
contact.web@witzemann.fr
www.witzemann.fr

1301fr/08/05/20/pdf

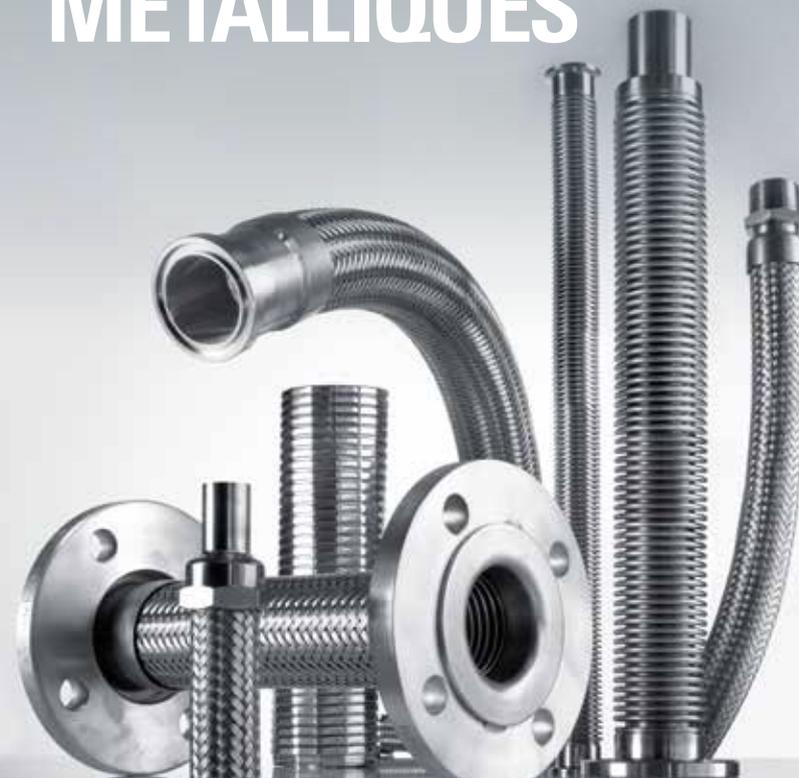
WITZENMANN

managing flexibility

FLEXIBLES MÉTALLIQUES

WITZENMANN

MANUEL DES FLEXIBLES MÉTALLIQUES



Édition entièrement revue et corrigée

Édition : novembre 2015

Sous réserve de modifications techniques.

Vous pouvez également télécharger les données techniques au format PDF sur le site internet www.flexperte.de

Notre logiciel de calcul et de conception FLEXPORTE vous fournit toutes les données techniques essentielles pour construire compensateurs, flexibles métalliques, soufflets métalliques et supports de tuyauterie.

SOMMAIRE

1 Witzenmann – le spécialiste des éléments flexibles métalliques 6

2 Produits et procédés de fabrication 10

2.1 Tuyauteries flexibles HYDRA	12
2.2 Tuyaux flexibles onduleux HYDRA	13
2.3 Tresses pour tuyaux HYDRA	17
2.4 Les matériaux pour tuyauteries métalliques flexibles	19
2.5 Raccords et technique de connexion	19
2.6 Flexibles agrafés HYDRA	23
2.7 Normes et directives	27
2.8 Gestion de la qualité	32
2.9 Certifications et homologations clients	36

3 Domaines d'application caractéristiques 38

3.1 Industrie	40
- Système de traçage flexible	40
- Tuyaux flexibles d'isolation	41
- Tuyaux flexibles double enveloppe	42
- Tuyaux flexibles pour produits chimiques	43
- Tuyaux flexibles pour l'alimentaire	45
- Tuyaux métalliques flexibles avec revêtement PTFE	45
- Tuyaux flexibles pour presses	46
- Tuyaux flexibles haute pression pour gaz industriels	47
- Tuyaux flexibles pour lances en aciérie	49
- Éliminateurs de vibration	50
3.2 Technique du vide / Technique médicale / Optoélectronique	52
- Tuyaux flexibles à vide	52
- Tuyaux flexibles miniatures	52

3.3 Énergie verte	53
- Tuyaux flexibles solaires	53
- Centrales de cogénération	54
- Tuyauteries flexibles pour capteurs solaires	54
3.4 Équipement technique des bâtiments	56
- Tuyaux flexibles pour l'équipement sanitaire	56
- Tuyaux flexibles d'alimentation en eau potable	57
- Flexibles gaz flexibles conformes à DIN 3384	58
- HYDRA GS – Flexibles gaz pour bâtiments conformes à EN 15266	58
- Flexibles gaz pour appareils ménagers conformes à EN 14800	59
- Flexibles pour le raccordement d'appareils	61
- Tuyaux flexibles pour plafonds froids	62
- Systèmes de montage de gicleurs d'incendie	63
- Échangeurs thermiques	64

4 Conception, calcul et montage des tuyaux flexibles onduleux 66

4.1 Résistance à la pression et durée de vie	68
4.2 Perte de charge et vibrations induites par l'écoulement	76
4.3 Absorption de mouvements linéaires	87
4.4 Absorption de dilatations thermiques	91
4.5 Compensation de tolérances de montage et de défaut d'alignement des tuyauteries	97
4.6 Absorption de vibrations	98
4.7 Instructions d'installation et de montage	100

5 Les contrôles des produits chez Witzenmann 108

5.1 Moyens de contrôle et d'analyse	110
5.2 Contrôles des flexibles métalliques en cours de fabrication	112
5.3 Examens de type et contrôles destructifs sur flexibles métalliques	114

SOMMAIRE

6	Tables techniques	116
6.1	Choix d'un flexible à l'aide du manuel	118
6.2	Choix d'un flexible à l'aide du logiciel Flexperte	123
6.3	Tuyaux flexibles onduleux HYDRA – au mètre	124
	- RS 330 / 331 – Tuyaux flexibles onduleux en acier inoxydable	124
	- RS 321 – Tuyaux flexibles onduleux en acier inoxydable	126
	- RS 341 – Tuyaux flexibles onduleux en acier inoxydable	128
	- RS 531 – Tuyaux flexibles onduleux en acier inoxydable	130
	- RS 430 – Tuyaux flexibles onduleux en acier inoxydable	132
	- RZ 331 – Tuyaux flexibles onduleux en bronze	134
	- RS 351 – Tuyaux onduleux semi-rigides	136
	- IX 331 – Tuyaux onduleux semi-rigides	137
	- ME 539 – Tuyaux flexibles annelés hélicoïdaux semi-rigides	138
6.4	Raccords	139
	- Raccords pour tuyaux flexibles onduleux HYDRA	140
	- Raccords pour montage sur site	174
6.5	Tuyauteries flexibles onduleuses HYDRA	184
	- Tuyauteries flexibles double enveloppe HYDRA	184
	- Tuyau flexible d'isolation HYDRA	186
	- Tuyauteries flexibles avec revêtement PTFE HYDRA	187
	- Éliminateurs de vibration HYDRA	188
	- Flexibles gaz HYDRA conformes à DIN 3384	190
	- Flexibles pour presses	194
	- Hydriflex – Conduites flexibles pour connexion semi-rigide	198
6.6	Gaines agrafées HYDRA – au mètre, raccords, tuyaux flexibles	200
	- Gaines de protection	202
	- Raccords pour tuyaux flexibles agrafés HYDRA	228
	- Gaines d'aspiration, d'échappement et d'alimentation	231
	- Bras flexibles	250

7	Fiches techniques	260
7.1	Tubes, brides, coudes, filetage	262
7.2	Tables des matériaux	288
7.3	Classes de pression nominale pour fonte malléable	312
7.4	Résistance à la corrosion	313
7.5	Tables de conversion, symboles et table de vapeur d'eau	350
7.6	Glossaire	360
7.7	Spécification technique des besoins	368

WITZENMANN – SPÉCIALISTE DES ÉLÉMENTS FLEXIBLES MÉTALLIQUES

1. Witzennann – Spécialiste des éléments flexibles métalliques



La maîtrise des compétences

Dans toutes les applications, lorsqu'il faut :

- Assurer la résistance des pièces flexibles à la pression, à la chaleur et l'étanchéité à des fluides divers,
- Compenser les déformations de tuyauteries dues à des variations de température ou de pression,
- Compenser les vibrations plus ou moins importantes de tuyauteries
- Transporter des fluides sous pression ou étanchéifier un vide important, on utilise des éléments métalliques flexibles, par exemple des tuyaux métalliques flexibles, des soufflets métalliques, des soufflets à diaphragmes ou des compensateurs.

Inventeur du tuyau métallique flexible et fondateur de l'industrie du flexible et du compensateur, Witzennann est la référence pour toutes ces applications. L'invention fondamentale fut le tuyau métallique flexible, mis au point et breveté en 1885, le brevet pour le compensateur métallique fut délivré en 1920.

NOTRE RÉSEAU FLEXIBLE DANS LE GROUPE



Amérique

Brésil
États-Unis
Mexique

Europe

Allemagne
Autriche
Belgique
Espagne
France
Grande-Bretagne
Italie
Pologne
Russie
Slovaquie
Suède
Tchéquie

Asie

Chine
Corée
Inde
Japon

1. Notre réseau flexible dans le groupe

Une présence mondiale

Witzenmann est un groupe international de plus de 4000 employés et 24 filiales. Il est aujourd'hui synonyme d'innovation et de qualité. Leader technologique, Witzenmann dispose d'une compétence globale et de la plus vaste gamme de produits de sa branche. Nous développons ainsi des solutions optimales pour l'étanchéification flexible, le découplage de vibrations, l'amortissement de pression, la compensation de dilatation thermique, le montage flexible ou l'acheminement de fluides. Partenaire en développement de l'industrie, de l'automobile, de l'équipement technique des bâtiments, de l'aéronautique, de l'aérospatiale et de nombreux autres marchés, Witzenmann dispose de son propre atelier de fabrication de machines, d'outillages et de prototypes ainsi que d'équipements de test et d'essais très complets.

Nous entretenons une relation étroite avec le client. Les conseils techniques fournis par le centre de compétence de notre maison mère de Pforzheim en sont un des facteurs essentiels. En collaboration avec le client, des équipes d'ingénieurs hautement qualifiés travaillent au développement de produits et de nouvelles applications. Nos spécialistes accompagnent le client, depuis les premiers stades jusqu'à la production en série.

De meilleurs produits

L'effet de synergie créé à partir de ce savoir global se retrouve dans chaque solution-produit. La diversité des champs d'application est pratiquement illimitée. Toutes nos solutions-produits ont cependant un critère commun : sécurité maximum, même en conditions extrêmes. Ce principe vaut pour toutes les solutions Witzenmann - conduites ultra-flexibles, compensateurs pour applications industrielles, soufflets de précision pour pompes à carburant haute pression, injecteurs piézo-électriques ou bougies de préchauffage à capteur de pression pour moteurs de voiture modernes, entre autres.

PRODUITS ET PROCÉDÉS DE FABRICATION



2. Produits et procédés de fabrication

2.1	Tuyaux flexibles HYDRA	12
2.2	Tuyaux flexibles onduleux HYDRA	13
2.3	Tresses pour tuyaux HYDRA	17
2.4	Les matériaux pour conduites métalliques flexibles	19
2.5	Raccords et technique de connexion	19
2.6	Gaines agrafées HYDRA	23
2.7	Normes et directives	27
2.8	Gestion de la qualité	32
2.9	Certifications et homologations clients	36

2.1 Tuyauteries flexibles HYDRA®

Une tuyauterie flexible se compose d'un élément étanche et résistant à la pression, le tuyau flexible onduleux, d'une tresse permettant d'absorber les contraintes longitudinales dues à la pression interne et les contraintes radiales du flexible, ainsi que de raccords pour le branchement sur les éléments adjacents. Il est parfois souhaitable d'intégrer d'autres éléments tels que le chemisage PTFE pour augmenter la résistance chimique ou diminuer la perte de pression, une spire externe en fil rond ou une gaine de protection contre les contraintes mécaniques.

Dans notre gamme standard, la plage de diamètres nominaux disponibles pour les tuyaux flexibles onduleux HYDRA se situe entre 4 et 300 mm de diamètre intérieur. Des diamètres plus grands sont disponibles sur demande. Les pressions de service admissibles pour les petites dimensions peuvent atteindre 400 bar avec une résistance à l'éclatement 4 fois supérieure. La résistance à la pression des grandes dimensions est, pour des raisons techniques, plus faible. Pour les flexibles en acier inoxydable, la résistance à la chaleur peut atteindre, en fonction de la pression, environ 550°C, des valeurs supérieures peuvent être atteintes avec des matériaux spéciaux. Les tuyaux flexibles onduleux en inox peuvent être utilisés à basse température, jusqu'à -270°C.



Fig. 2.1.1 Tuyauterie flexible HYDRA avec chemisage en PTFE

2.2 Tuyaux flexibles onduleux HYDRA®

Les tuyaux flexibles onduleux sont des éléments cylindriques à paroi mince présentant une structure externe onduleuse. En fonction de la forme de l'onde, on distingue les flexibles annelés à ondes parallèles et les flexibles à ondes hélicoïdales. L'ondulation parallèle (Fig. 2.2.1, à gauche) présente une multitude d'ondes parallèles équidistantes dont le plan principal est perpendiculaire à l'axe du tuyau. En revanche, pour l'ondulation hélicoïdale (Fig. 2.2.1, à droite), une spirale, généralement à pas à droite constant, s'enroule sur toute la longueur du flexible. D'un point de vue technique, les tuyaux flexibles annelés à ondes parallèles sont supérieurs aux tuyaux flexibles annelés hélicoïdaux. L'alignement de leur profil en parallèle par rapport à l'axe du tuyau permet un raccordement aisé de la garniture, ce qui augmente la sécurité des processus lors de la confection et en service. En outre, aucune contrainte de torsion ne s'exerce sur les flexibles à ondes parallèles en cas d'augmentation de pression ou de coups de béliers. De ce fait, on privilégie aujourd'hui l'utilisation des flexibles annelés à ondes parallèles.

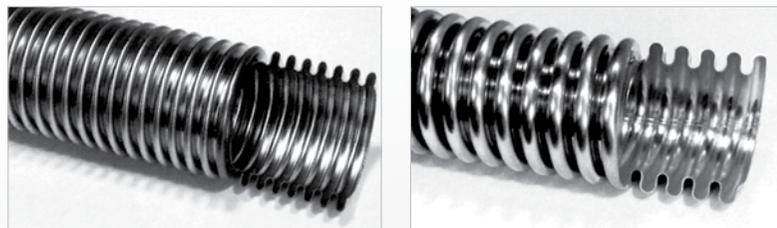


Fig. 2.2.1 Tuyau flexible annelé à ondes parallèles (à gauche) et à ondes hélicoïdales (à droite)

Grâce à la structure des ondes, les flexibles métalliques sont à la fois souples et résistants à la pression. Ils sont étanches, résistants à la chaleur, à la corrosion et à la torsion et sont employés par ex.

- Pour transporter des fluides ou des gaz sous pression,
- Comme flexible à vide,
- Comme raccord économique et flexible pour l'absorption de mouvements, de dilatations thermiques et/ou de vibrations
- Comme tuyau de remplissage.

Conçus correctement, les tuyaux flexibles métalliques HYDRA sont des pièces robustes et pratiquement sans entretien qui présentent une excellente fiabilité et une grande longévité.

2.2 Tuyaux flexibles onduleux HYDRA®

Le comportement élastique du profil d'onde détermine la flexibilité des tuyaux onduleux métalliques. La figure 2.2.2 montre comment les ondes se détendent sur la courbure extérieure, tandis qu'elles se tassent sur l'intérieur.

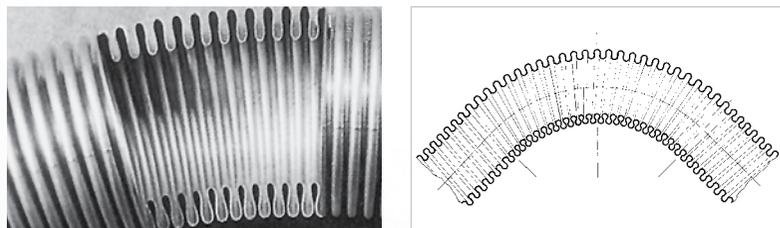


Fig. 2.2.2 Ligne de courbure d'un flexible onduleux sur un modèle en coupe (à gauche) et sur un schéma (à droite)

La forme de profil détermine la flexibilité et la résistance à la pression des flexibles onduleux : la flexibilité augmente en proportion de la hauteur du profil et de la réduction du pas de l'ondulation, tandis que la résistance à la pression diminue. De même, la réduction de l'épaisseur de la paroi augmente la flexibilité et diminue la résistance à la pression. Le tableau 2.2.1 résume l'influence de l'épaisseur de la paroi et de l'ondulation sur la flexibilité et la résistance à la pression.

Ondulation	Épaisseur de la paroi	Résistance à la pression	Flexibilité
Étroite (cf. figure 2.1.3) Type de flexible RS 321	Standard	+	++++
Standard Type de flexible RS 531, RS 430, RS 331	Standard	++	+++
	augmentée	+++	++
Large (cf. figure 2.1.4) Type de flexible RS 341	Standard	++	++

Tableau 2.2.1 Rapport entre la géométrie de l'onde, la résistance à la pression et la flexibilité d'un flexible onduleux

2.2 Tuyaux flexibles onduleux HYDRA®

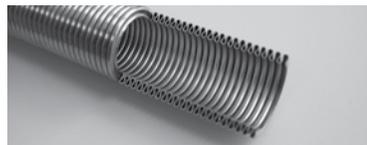


Fig. 2.2.3
Profil de tuyau flexible, à ondes étroites



Fig. 2.2.4
Profil de tuyau résistant à la pression, à ondes larges



Fig. 2.2.5
Profil de tuyau semi-rigide, faible hauteur d'ondes

Il est possible d'utiliser des profils semi-rigides plats lorsque la courbure du tuyau n'est nécessaire qu'une fois, par ex. pour un raccordement d'appareil. La figure 2.2.5 montre un exemple de flexible de ce genre. Les flexibles semi-rigides sont économiques car leur besoin en matériau est plus faible. De ce fait, il existe depuis des années, en plus de notre gamme standard, une multitude de formes de profils adaptées aux besoins spécifiques de nos clients. Les tuyaux flexibles onduleux HYDRA sont fabriqués suivant un procédé hydraulique ou mécanique. En fabrication mécanique, les flexibles sont fabriqués en mode continu. Une bande métallique laminée à froid d'une épaisseur de 0,1 à 0,4 mm est d'abord façonnée en forme de tuyau puis soudée. Le profil est formé de l'extérieur vers l'intérieur par des outils à onduler en rotation sur le pourtour du tuyau. Selon le type de profil, une ou plusieurs opérations de formage peuvent être nécessaires. La figure 2.2.6 montre un exemple d'outil à onduler opérant une troisième étape de formage. Le profil du tuyau dépend de la géométrie des outils d'ondulation et de l'ordre dans lequel ils sont mis en œuvre. Une fois les ondes formées, les tuyaux sont enroulés sur des tambours et mis à disposition pour les étapes de fabrication suivantes. Les tuyaux extrêmement flexibles à profil à contre-dépouille (Fig. 2.2.3) subissent une étape de fabrication supplémentaire, à savoir la compression du tuyau.

2.2 Tuyaux flexibles onduleux HYDRA®

En fabrication mécanique, les flexibles métalliques sont généralement à paroi simple. En principe, cette méthode permet également de fabriquer des tuyaux à parois multiples. Dans ce cas, des tubes doivent être insérés les uns dans les autres avant l'étape d'ondulation. Cette méthode est donc peu intéressante car le processus est alors discontinu. Il en va de même lorsque la confection s'effectue à partir de tubes sans soudure.

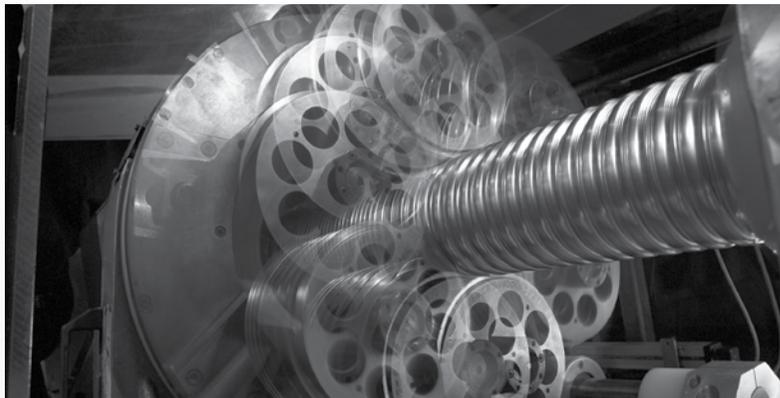


Fig. 2.2.6 Outils d'ondulation en opération

Les flexibles de grand diamètre nominal et/ou les versions lourdes sont fabriqués selon un procédé hydraulique. Pour ce faire, les segments de tube sont mis à longueur après soudage, puis, le cas échéant, rassemblés en faisceaux. Les ondes sont formées en serrant et en obturant une partie du cylindre par des outils à l'intérieur et à l'extérieur du cylindre, puis en injectant un liquide hydraulique sous pression. La pression hydraulique forme d'abord une ondulation dans la section obturée du tube. À l'étape suivante, l'outil se déplace axialement en compressant et en redressant la première ondulation pour obtenir la forme finale de l'onde. Le formage peut se faire onde par onde ou plusieurs ondes en même temps.

Du fait du procédé hydraulique utilisé, la longueur des segments de tuyaux formés est limitée. Il est cependant possible de confectionner des longueurs plus importantes par soudure radiale des segments de tuyaux ainsi obtenus.

2.3 Tresses pour tuyaux HYDRA®

Les tresses pour tuyaux HYDRA limitent la dilatation axiale du tuyau due à la pression interne. Ceci permet d'augmenter la résistance à la pression interne du tuyau de plus d'une unité de grandeur. De plus, les flexibles onduleux munis d'une tresse peuvent être soumis à des forces axiales. Les tresses pour tuyaux HYDRA s'adaptent parfaitement au mouvement du tuyau, même lorsque celui-ci est muni d'une double tresse pour mieux résister à la pression.

La figure 2.3.1 montre le schéma de fonctionnement d'une tresse métallique. Il repose sur le principe des ciseaux de Nuremberg. La traction axiale détermine la limite d'extension, c'est-à-dire la position dans laquelle les fils sont le plus étroitement serrés l'un à côté de l'autre dans un angle de croisement minimal, définissant ainsi le diamètre minimal et la longueur maximale de la tresse. Sous contrainte ultime en compression axiale, l'angle de croisement des fils et le diamètre de la tresse atteignent leur plus grande valeur. Dans cette position, les fils sont également étroitement serrés et la tresse atteint sa longueur minimale.

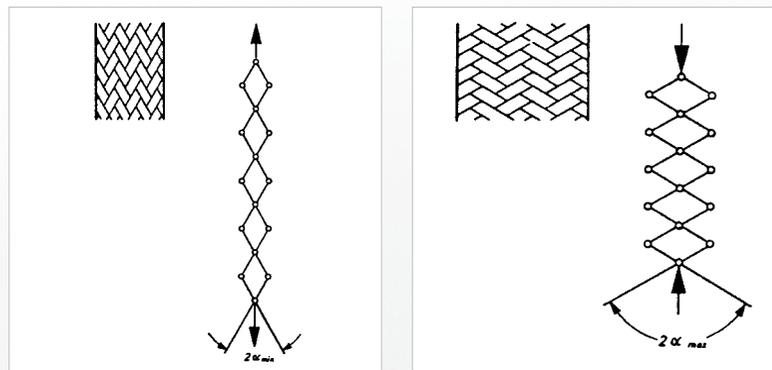


Fig. 2.3.1. Schéma de fonctionnement des tresses

La figure 2.3.2 montre la fabrication de tresses pour tuyaux HYDRA sur une machine à tresser entièrement automatique. Des fuseaux de fils métalliques (brins selon ISO 10380) sur des bobines tournant en sens opposé sont tressés directement sur le flexible métallique ou sur une âme. Pendant la rotation, chaque fuseau passe tour à tour devant puis derrière celui qui lui fait face.

2.3 Tresses pour tuyaux HYDRA®

Après fabrication, les tresses creuses sont retirées des âmes et coupées en segments pour les étapes de confection suivantes.

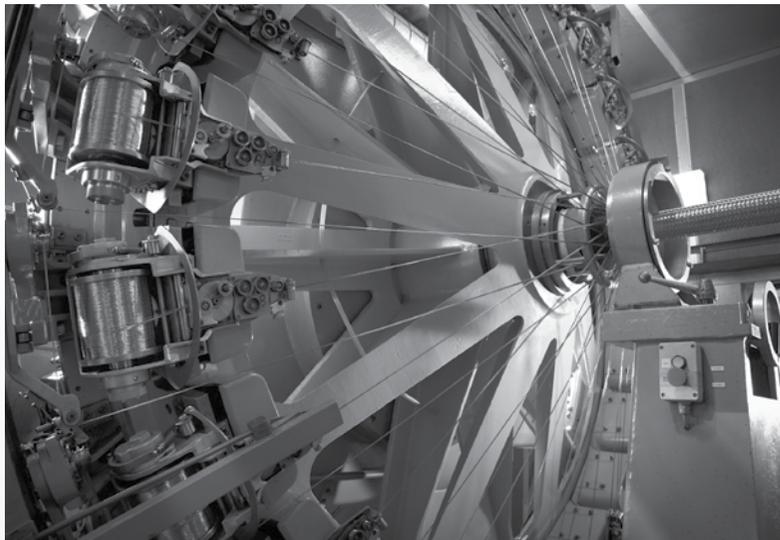


Fig. 2.3.2 Fabrication des tresses

Pour les tresses standard, les fils sont parallèles dans chaque fuseau; pour les tresses toronnées, les fils de chaque fuseau sont en plus tressés entre eux. Ce procédé permet d'augmenter la section transversale du fil dans chaque fuseau et donc aussi sa résistance. Les tresses standard sont employées pour les tuyaux jusqu'au DN 150. En règle générale, on emploie des tresses toronnées pour les diamètres nominaux supérieurs.

Le matériau standard des tresses pour flexibles HYDRA est l'acier inoxydable étiré à froid. Il est également possible d'utiliser des fils de bronze ou une matière plastique, comme par exemple la fibre de carbone ou d'aramide.

2.4 Matériaux pour conduites métalliques flexibles

Les matériaux servant à la fabrication des tuyaux flexibles doivent être particulièrement déformables. De ce fait, préférence est donnée aux métaux présentant une structure de type maille cubique à faces centrées. Les familles de matériaux principales pour la fabrication des flexibles sont les aciers inoxydables austénitiques et le bronze, plus rarement les alliages à base de nickel. Le choix du matériau dépend des exigences requises en matière de

- Résistance à la corrosion et à des fluides divers
- Résistance à la température
- Résistance statique et résistance à la fatigue.

Le matériau standard pour les flexibles métalliques est l'acier inoxydable austénitique 1.4404. Il présente une grande résistance à la corrosion et à la fatigue, de bonnes valeurs de résistance statique et une excellente usinabilité. Il est également possible d'utiliser les aciers inoxydables stabilisés au Ti 1.4541 et 1.4571 ou les matériaux 1.4435, 1.4547 ou 1.4565 pour des exigences de résistance à la corrosion plus élevées. Le bronze (2.1020) est préféré en technique antivibratoire pour ses qualités d'amortissement interne.

Le matériau privilégié pour les tresses est l'acier inoxydable austénitique 1.4301 ou 1.4306 en raison de sa résistance à la corrosion.

2.5 Raccords et technique de connexion

Les tuyaux métalliques flexibles peuvent être équipés de nombreux types de raccords. Les champs d'application sont donc très vastes. La figure 2.5.1 présente quelques exemples type.

Pratiquement tout raccord fabriqué à partir d'un matériau soudable ou brasable peut être connecté sur un flexible métallique. En plus de nos tuyauteries flexibles à raccord standard, nous proposons des solutions adaptées aux exigences spécifiques de chaque client. Au chapitre 6.3, les tableaux techniques vous fournissent un aperçu des raccords standard courants, des matériaux envisageables, des plages de pression admissible et des dimensions correspondantes.

2.5 Raccords et technique de connexion



Fig. 2.5.1 Tuyaux flexibles munis de différents types de raccords

Pour les tuyaux flexibles assemblés prêts à l'emploi, la première lettre de la désignation permet de reconnaître le type de raccord :

Raccords à brides :

- A : Bride tournante à collerette à souder
- B : Bride tournante à collet
- C : Bride tournante à collet à souder
- G : Bride à souder à collerette

Raccords filetés :

- L : Taraudage, fixe
- M : Filetage, fixe
- N : Taraudage, tournant

Raccords vissés :

- Q : Taraudage
- R : Filetage
- S : Embout

Tube de raccordement :

- U : Tout type de raccordement

Pièces d'accouplement :

- W : Tout type de raccord

2.5 Raccords et technique de connexion

Nous proposons de nombreuses variantes de tuyauteries assemblées, mais nous proposons également du flexible au mètre à monter sur site. Il suffit alors de couper le flexible à la longueur souhaitée et de le munir de raccords adéquats. La figure 2.5.2 montre un flexible onduleux annelé sans tresse avec raccord à monter sur site. Vous trouverez les dimensions des raccords et les instructions de montage au chapitre 6.3.

Différents types de flexibles onduleux se prêtent au montage sur site : le flexible onduleux sans tresse à ondes larges RS 341 S00 est utilisé par exemple pour raccorder des appareils ou des radiateurs ; le flexible onduleux tressé à ondes hautes RS 331 S12 est utilisé pour des conduites soumises à une pression de service pouvant aller jusqu'à 16 bar. Les flexibles métalliques avec raccords pour montage sur site ne sont pas adaptés à la sollicitation dynamique, aux déplacements répétés, aux fluides dangereux ou aux huiles thermiques.



Fig. 2.5.2 Flexible onduleux annelé avec raccord pour montage sur site

La résistance à la pression et la durée de vie d'une conduite métallique flexible dépend essentiellement du tuyau, de la tresse et des raccords. Un soin particulier doit donc y être apporté. La méthode choisie pour le raccordement dépend du type de raccord et des exigences auxquelles le flexible doit répondre.

2.5 Raccords et technique de connexion

Le raccordement le plus courant est le soudage par fusion. La figure 2.5.3 montre ce type de soudure sur un flexible métallique HYDRA. Lors du soudage par fusion du flexible, de la tresse ou du raccord, il est important de bien agréger tous les éléments tout en maintenant une contrainte thermique faible sur les fils de la tresse. Une contrainte thermique trop grande sur la tresse lors de la liaison réduit la résistance des fils et donc entraîne une diminution de la résistance à la pression de la conduite flexible.

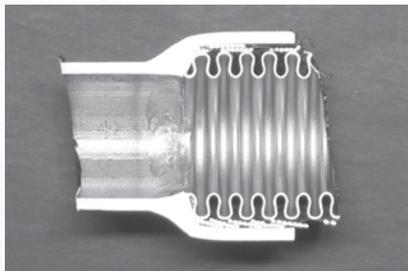


Fig. 2.5.3 Soudure sur une tuyauterie flexible HYDRA

Pour raccorder des matériaux différents, comme par exemple des raccords en fonte malléable, on utilisera le brasage. Ce processus suit les mêmes exigences technologiques - bonne agrégation de tous les éléments et contrainte thermique faible - que le soudage par fusion. Le brasage par induction est ici un procédé fiable et productif qui a fait ses preuves.

Nous développons actuellement des procédés fiables pour l'assemblage de tresses non métalliques, par ex. en fibre d'aramide ou de carbone.



Fig. 2.5.4 Tuyau métallique flexible avec tresse en aramide

2.6 Tuyaux flexibles agrafés HYDRA®

Les flexibles agrafés HYDRA sont fabriqués en processus continu à partir d'un feuillard laminé à froid, profilé puis enroulé en hélice autour d'un mandrin. Étant donné qu'ils ne subissent qu'une déformation faible, les flexibles agrafés peuvent aussi être réalisés en matériaux ferritiques. Les matériaux les plus couramment utilisés sont des feuillards en acier galvanisé, acier inoxydable ou laiton, éventuellement chromé ou nickelé.

La fabrication des flexibles agrafés se réalise en processus continu. Le feuillard est d'abord profilé par laminage en plusieurs étapes. Un exemple de profil d'agrafe est présenté sur l'image de gauche de la figure 2.6.1. Puis le feuillard profilé est enroulé en spirale sur un mandrin. Plusieurs rouleaux guident le feuillard dans le sens axial et le pressent sur le mandrin (Fig. 2.6.1 à gauche). Lors du deuxième passage sur le mandrin, la pliure du profil est fermée de manière à obtenir une jonction coulissante des spires entre elles. C'est cette jonction coulissante des spires entre elles qui assure la flexibilité et la souplesse du flexible métallique à ondes hélicoïdales (Fig. 2.6.2).

Il est indispensable de fixer les extrémités des flexibles lors du découpage du tuyau continu en segments afin d'éviter que le flexible agrafé ne se relâche et ne se déroule.

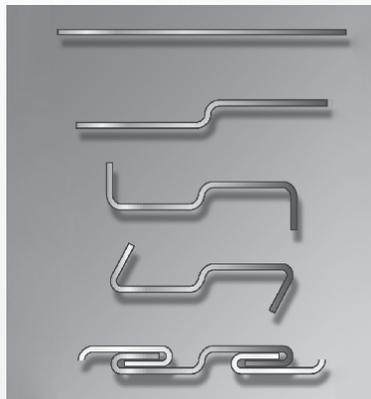


Fig. 2.6.1 Schéma de profilage et d'agrafage du feuillard laminé à froid (à gauche) et fabrication de tuyaux flexibles agrafés (à droite)

2.6 Tuyaux flexibles agrafés HYDRA®

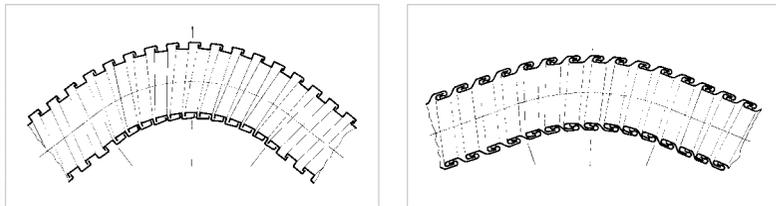


Fig. 2.6.2 Mouvement d'un flexible agrafé par déplacement des spires l'une par rapport à l'autre sur un profil simple agrafage (à gauche) et un profil en double agrafage (à droite)

Les tuyaux flexibles agrafés existent en section ronde ou polygonale. Les formes de profil vont du profil simple agrafage au profil en agrafe à haute résistance. Une meilleure étanchéité est obtenue en insérant un fil dans une chambre d'étanchéité spécialement profilée pendant le processus d'enroulage. Des fils de coton, de caoutchouc ou de céramique peuvent servir de joints. Il est également possible d'utiliser des gainages en PVC ou en silicone pour augmenter l'étanchéité, par ex. contre les projections d'eau. Les figures 2.6.3 à 2.6.6 présentent des exemples de flexibles agrafés.

Il existe une grande variété de flexibles agrafés HYDRA, depuis le flexible de protection miniature de 1 mm de diamètre intérieur jusqu'au diamètre nominal DN 500. Les longueurs de fabrication maximales dépendent du type et du diamètre, elles peuvent atteindre 100 mètres et plus.



Fig. 2.6.3 Flexible agrafé simple à profil rectangulaire



Fig. 2.6.4 Flexible double agrafage

2.6 Tuyaux flexibles agrafés HYDRA®



Fig. 2.6.5 Flexible agrafé avec fil d'étanchéité

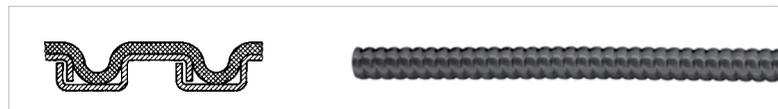


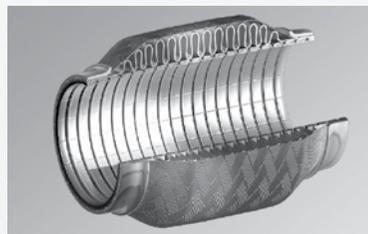
Fig. 2.6.6 Flexible agrafé avec revêtement en matière plastique

Les avantages des flexibles agrafés résident dans leur grande résistance à la traction et à la pression transversale ainsi que dans leur résistance chimique et thermique. Ils sont utilisés par exemple

- Comme flexible de protection pour les câbles optiques et les conduites électriques,
- Comme protection contre un cintrage trop important des tuyaux flexibles onduleux,
- Comme tuyau d'aspiration ou d'alimentation pour les fumées, les copeaux ou les granulats,
- Comme tuyau d'échappement ou
- Comme gaine pour améliorer les conditions d'écoulement

en construction mécanique, en technique de mesure et de régulation, en technique de communication et en fibre optique ainsi qu'en technique médicale. Les flexibles agrafés sont utilisés en grand nombre comme gainage des éléments de découplage sur les échappements des véhicules particuliers et poids-lourds (Fig. 2.6.7).

Fig. 2.6.7 Coupe d'un élément de découplage sur un système d'échappement d'un véhicule de tourisme. Il se compose d'une tresse extérieure, d'un soufflet métallique et d'un flexible agrafé qui sert à guider l'écoulement.



2.6 Tuyaux flexibles agrafés HYDRA®

Dans la catégorie des tuyaux métalliques flexibles agrafés, on trouve aussi les bras orientables - appelés également cols de cygne - formés par superposition d'une spirale en fil de section circulaire et d'un fil à section triangulaire (Fig. 2.6.8). Ils sont orientables dans toutes les directions et conservent la position donnée. Les bras orientables sont utilisés par ex. comme supports de lampes, loupes ou microphones. Munis d'un tuyau intérieur en matière plastique, les bras orientables sont également utilisés comme flexibles pour réfrigérant sur les machines-outils. Leur flexibilité garantit l'orientation précise du jet d'huile de refroidissement.

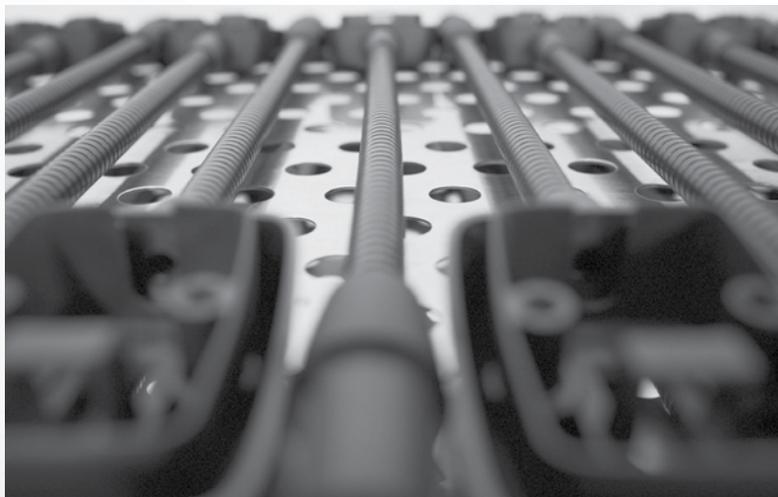


Fig. 2.6.8 Bras orientable

2.7 Normes et directives

La construction, la conception et l'utilisation des flexibles métalliques sont soumises à différentes normes générales et/ou spécifiques à certaines applications. Le tableau 2.7.1, sans prétendre à l'exhaustivité, présente les normes importantes pour les flexibles métalliques.

Parmi les directives les plus importantes, on peut citer la directive relative aux équipements sous pression (Directive 97/23/CE, en abrégé DESP) avec la norme de produit corrélative DIN EN 14585-1 "Tuyauteries métalliques flexibles onduleuses pour applications sous pression" ainsi que la norme DIN EN ISO 10380 "Tuyauteries - Tuyaux et tuyauteries métalliques flexibles onduleux". Des explications relatives à ce sujet sont données dans ce qui suit :

Directive relative aux équipements sous pression et DIN EN 14585-1

La DESP est en vigueur pour toute livraison intracommunautaire ou entrant dans l'Espace Économique Européen (EEE). La directive a force de loi et est obligatoire pour l'utilisateur et le fabricant. Elle règle la fabrication et la libre circulation des équipements sous pression dont la pression maximale admissible PS est supérieure à 0,5 bar. Selon la terminologie de la directive, les flexibles métalliques sont à considérer comme des "tuyauteries".

La directive relative aux équipements sous pression prévoit, à titre principal, une classification des équipements sous pression en différentes catégories, définies d'après leur niveau croissant de danger. Le potentiel de dangerosité des flexibles métalliques est défini par le diamètre nominal, la pression maximale admissible PS en service ou en conception, la dangerosité du fluide, l'état de la matière (liquide/gazeux) et la pression de vapeur du fluide.

Toutes les tuyauteries métalliques flexibles de DN < 25 sont conformes aux règles de l'art en usage.

Les tuyauteries métalliques flexibles correspondent en général aux catégories I et II, plus rarement à la catégorie III. Les tuyauteries flexibles des catégories I - III obtiennent le marquage "CE". En fonction de la catégorie, le fabricant doit effectuer une évaluation de la conformité. Pour ce faire, il existe 9 méthodes différentes et 11 modules. Les modules décrivent les procédures selon lesquelles le fabricant garantit et déclare que le produit testé répond aux exigences de la directive.

2.7 Normes et directives

Les applications spécifiques des flexibles métalliques en aéronautique et aérospatiale, en technologie nucléaire, automobile, médicale ou dans le domaine de l'équipement technique des bâtiments sont soumises à d'autres directives et donc exclues de la DESP. La DESP décrit seulement les exigences générales auxquelles les équipements sous pression doivent répondre. Les spécifications précises auxquelles certains composants sont soumis sont décrites dans les normes spécifiques de produit. Pour les flexibles métalliques, il s'agit de la norme DIN EN 14585-1. Elle décrit la classification, les matériaux, la conception, la fabrication, les contrôles de réception et la documentation concernant les conduites métalliques flexibles. En ce qui concerne l'examen de type en particulier, la DIN EN 14585-1 renvoie à la DIN EN ISO 10380.

DIN EN ISO 10380

La DIN EN ISO 10380 "Tuyauteries - Tuyaux et tuyauteries métalliques flexibles onduleux" est la norme internationale la plus importante pour les flexibles métalliques. Sa dernière actualisation date de 2013. Elle fixe les exigences minimales pour la conception, la fabrication et le contrôle des tuyaux métalliques flexibles onduleux et des conduites métalliques flexibles dans les champs d'application généraux. Au sens de la DESP, la DIN EN ISO 10380 a le caractère d'une norme de soutien. Selon la norme DIN EN ISO 10380, les flexibles métalliques sont caractérisés par leur diamètre nominal (DN), la pression de service à température de service (PS), la pression nominale (PN) ainsi que leur durée de vie lors de l'essai de fatigue ou de l'essai de pliage.

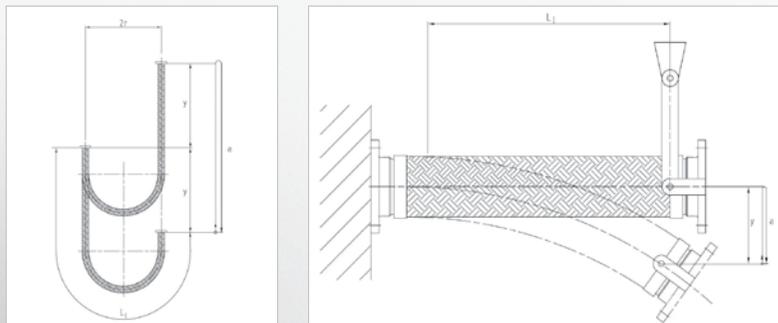


Fig. 2.7.1 Essai de fatigue (à gauche) et essai de pliage (à droite),
source DIN EN ISO 10380:2013)

2.7 Normes et directives

La division en classes de pression utilisée jusqu'ici selon la DIN EN ISO 10380:2003 est dorénavant caduque. De ce fait, des valeurs intermédiaires, comme par ex. PN 90, sont également possibles.

La pression d'essai s'élève au minimum à 1,43 fois la pression nominale.

L'allongement rémanent de la conduite flexible après sollicitation à la pression d'essai ne peut s'élever qu'à 1% maximum. Ce critère définit la pression nominale pour les conduites flexibles non tressées. Pour les conduites flexibles tressées, la pression nominale est en général définie par la pression d'éclatement de la conduite flexible ; celle-ci doit s'élever au minimum à 4 fois la pression nominale.

On distingue 4 classes de qualité pour la durée de vie des tuyaux :

Type 1-50 - Tuyaux métalliques flexibles onduleux de flexibilité élevée avec une résistance élevée à la fatigue ("high cycle life hose") :

- Rayon de courbure Type 1,
- Longévité moyenne 50 000 cycles,
- Longévité minimale 40 000 cycles.

Type 1-10 - Tuyaux métalliques flexibles onduleux de flexibilité élevée avec une résistance moyenne à la fatigue ("standard cycle life hose") :

- Rayon de courbure Type 1,
- Longévité moyenne 10 000 cycles,
- Longévité minimale 8 000 cycles.

Type 2-10 - Tuyaux métalliques flexibles onduleux de flexibilité médiane :

- Rayon de courbure augmenté Type 2
- Longévité moyenne 10 000 cycles,
- Longévité minimale 8 000 cycles.

Type 3 - Tuyaux métalliques flexibles onduleux pour lesquels seule la pliabilité est requise :

- Aucune spécification de durée de vie

La validation du type des conduites flexibles peut s'effectuer avec ou sans contrôle par un expert externe. Dans le premier cas, les conduites flexibles portent le marquage "produit certifié conformément à l'ISO 10380", dans le second cas, seul le marquage "produit conforme à l'ISO 10380" est autorisé.

2.7 Normes et directives

La concordance des caractéristiques du produit avec les données du document de validation du type doit être prouvée à intervalles réguliers par des contre-essais pour chaque type de tuyau. Les contre-essais doivent être effectués à intervalle de 3 ans pour la pression d'éclatement, l'allongement et la flexibilité et à intervalle de 5 ans pour la durée de vie.

Tout fabricant de flexibles métalliques et de conduites métalliques flexibles conformes à EN ISO 10380 doit avoir mis en place un système de gestion de la qualité conforme à ISO 9001. Les paramètres de fabrication critiques doivent être contrôlés en permanence. Le personnel affecté à cette tâche doit être spécifiquement formé et un justificatif de la qualification pourra être exigé à tout moment. Conformément à la norme ISO 9001, toutes les installations de production, de test et d'essai doivent se trouver calibrées et en parfait état de fonctionnement.

Norme	Titre	dernière mise à jour	Observations
1. Normes générales et normes pour les tuyaux flexibles onduleux			
DIN EN ISO 10380	Tuyauteries - Tuyaux et tuyauteries métalliques flexibles onduleux	2013	
DIN EN ISO 10806	Tuyauteries - Raccords pour tuyaux métalliques flexibles onduleux	mars 2004	
DIN EN ISO 7369	Tuyauteries - Tuyaux et tuyauteries métalliques flexibles - Vocabulaire	mars 2005	
DIN EN ISO 6708	Composants de réseau de tuyauteries - Définition et sélection des DN (diamètre nominal)	sept. 1995	
DIN EN 14585-1	Tuyauteries métalliques flexibles onduleuses pour applications sous pression	avril 2004	Norme produit relative à la DESP
DIN EN 13480-1	Tuyauteries industrielles métalliques - Généralités	août 2008	Norme harmonisée
DIN EN 13480-3 Rectification	Tuyauteries industrielles métalliques ; conception et calculs	oct. 2010	Norme harmonisée
DIN EN 13480-5	Tuyauteries industrielles métalliques - Inspection et contrôle	Juin 2006	Norme harmonisée
DIN EN 1092-1	Brides et leurs assemblages - Brides circulaires pour tubes, appareils de robinetterie, raccords et accessoires Partie 1 : brides en acier, désignées PN	sept. 2009	Norme harmonisée
2. Normes relatives aux tuyaux flexibles agrafés			
DIN EN ISO 15465	Tuyauteries - Tuyaux et tuyauteries métalliques flexibles agrafés	juillet 2007	pour les flexibles agrafés de type SG- ; SA-
DIN EN 50086-2-4	Systèmes de conduits pour la gestion du câblage - Partie 2-4 : Règles particulières pour les systèmes de conduits enterrés dans le sol	déc. 2001	Homologation VDE pour les types SG-E-0 et SG-S-P

2.7 Normes et directives

3. Normes relatives aux applications industrielles			
DIN EN ISO 10807	Tuyauteries - Tuyauteries métalliques flexibles onduleuses destinées à la protection de câbles électriques dans les atmosphères explosives.	janv. 1997	
DIN EN ISO 21969	Raccords flexibles haute pression pour utilisation avec les systèmes de gaz médicaux	avril 2004	
DIN EN 12434	Réceptacles cryogéniques - Tuyaux flexibles cryogéniques	nov. 2000	
DIN EN 1736	Systèmes de réfrigération et pompes à chaleur - Éléments flexibles de tuyauterie, isolateurs de vibration, joints de dilatation - Exigences, conception et installation	fév. 2009	Éliminateurs de vibration Type VX
DIN EN 2827	Tuyaux flexibles en acier inoxydable pour produits chimiques	juillet 2006	
4. Normes relatives aux techniques du bâtiment			
DIN 3383-1	Tuyaux flexibles pour gaz et dispositifs de raccordement d'appareils à gaz ; tuyaux flexibles de sécurité pour gaz et dispositifs de raccordement de sécurité	juin 1990	N'entre pas dans le champ d'application de la DESP, la DIN EN 14800 et la DIN EN 15069 complètent cette norme
DIN 3384	Tuyaux flexibles pour gaz en acier inoxydable - Exigences techniques relatives à la sécurité, essais, marquage	août 2007	Entre dans le champ d'application de la DESP, en partie remplacée par la norme DIN EN 15069
DIN EN 14800	Tuyaux flexibles métalliques onduleux de sécurité pour le raccordement d'appareils à usage domestique utilisant des gaz combustibles	juin 2007	Directive sur les produits de construction (DPC), n'entre pas dans le champ d'application de la DESP
DIN EN 15069	Dispositifs de raccordement de sécurité pour appareils à usage domestique utilisant les combustibles gazeux et alimentés par tuyau métallique onduleux	juin 2008	Directive sur les produits de construction (DPC), n'entre pas dans le champ d'application de la DESP
DIN EN 15266	Kits de tuyaux onduleux pliables en acier inoxydable pour le gaz dans les bâtiments avec une pression de service inférieure ou égale à 0,5 bar	août 2007	N'entre pas dans le champ d'application de la DESP
DVGW GW 354	Tuyaux onduleux en acier inoxydable pour les installations de gaz et d'eau potable - Exigences techniques et essais	sept. 2002	En partie supprimée
TrinkwV 2011	Décret allemand relatif aux eaux destinées à la consommation humaine	mai 2011	
Factory Mutual FM1637	Approval Standard for Flexible Sprinkler Hose with Threaded End Fittings	fév. 2010	
Underwriters Laboratories UL 2443	Flexible Sprinkler Hose with Fittings for Fire Protection Service	mai 2010	

Tableau 2.7.1 Récapitulatif des normes

2.8 Gestion de la qualité

Chez Witzemann, le système d'assurance qualité garantit la satisfaction aux exigences les plus strictes envers nos produits ainsi que le meilleur service qualité possible vis-à-vis de nos clients. Notre système d'assurance qualité est audité régulièrement.

Toutes les entités du groupe Witzemann remplissent les conditions nécessaires pour fournir des tuyaux flexibles conformes à la directive relative aux équipements sous pression grâce à leurs systèmes de gestion de la qualité, leurs certifications en soudage et la sélection de leurs fournisseurs.

L'assurance qualité est organisée sur deux niveaux. Le département qualité central est chargé de la gestion organisationnelle et technique des mesures d'assurance de la qualité. Les services qualité de nos différents départements assument la planification, la maîtrise et le contrôle de la qualité dans le cadre du traitement des commandes.

Au niveau de l'organisation, le service qualité ne dépend pas de la production. Il est habilité à donner des instructions à l'ensemble du personnel exerçant une activité en rapport avec la qualité.

Contrôle strict des fournisseurs

La société Witzemann GmbH travaille exclusivement avec des fournisseurs avec lesquels nous avons signé une charte d'assurance qualité. Ils doivent avoir obtenu au minimum la certification selon la norme ISO 9001. Nous exigeons des certificats de contrôle pour les produits semi-finis tels que feuillards, tôles, tubes et fils, conformément aux fins d'utilisation des pièces à fabriquer. Nous nous assurons au moyen d'accords-cadres fournisseurs et de contrôles à la réception des marchandises et dans notre laboratoire des matériaux du respect de nos spécifications de commande et de réception. Les fourchettes de tolérance prescrites par les normes DIN ou similaires sont même parfois restreintes et précisées spécifiquement pour nos matériaux.

2.8 Gestion de la qualité

Contrôle de la production et traçabilité

Notre service de surveillance opérationnelle assume la responsabilité du contrôle et de l'entretien des installations de production pendant le processus de fabrication de même que la conformité de la production en cours aux spécifications de fabrication. La traçabilité intégrale de nos produits est assurée par notre système de gestion et de planification de la production PPS et l'archivage de nos documents de fabrication.

Procédés d'assemblage certifiés

La société Witzemann GmbH est une entreprise certifiée en soudage conformément aux normes DIN EN ISO 3834-2, AD 2000 HP0, DIN EN 15085, NADCAP, DIN 2303 et KTA 1401. Les contrôles des modes opératoires des processus de soudage sont effectués selon la norme DIN EN ISO 15614-1 et la fiche technique AD 2000-Merkblatt HP 2/1. Les consignes de soudage répondent aux exigences de la norme DIN EN ISO 15609-1. Conformément à la norme DIN EN ISO 3834-2, les certifications et exigences requises pour les applications spécifiques sont à préciser par le donneur d'ordre.

La qualification de nos soudeurs est assurée et requalifiée par des épreuves conformes aux normes DIN EN ISO 9606-1, DIN EN ISO 9606-4 et DIN ISO 24394 pour le soudage par fusion et conformes à la norme DIN EN ISO 14732 pour les opérateurs soudeurs et les régleurs en soudage.

Notre service de surveillance du soudage répond aux exigences de la norme DIN EN ISO 14731 et de la fiche technique AD 2000-Merkblatts HP3.

Les procédés de brasage utilisés répondent aux normes et fiches techniques AD 2000 Merkblatt HP0, point 3.4, DIN EN 13134 et VDTÜV Merkblatt Schweißtechnik 1160. Les contrôles de brasage sont effectués conformément à la norme DIN EN 13133.

2.8 Gestion de la qualité

Contrôle des dispositifs de mesure et d'essai

L'ensemble des dispositifs de mesure et d'essai est contrôlé régulièrement au niveau de leur précision et de leur fiabilité. Le calendrier de leur étalonnage est consigné au moyen de repères de contrôle.

Contrôles de réception

Tous nos produits sont soumis avant livraison à une inspection d'aspect extérieur, c.-à-d. à un contrôle visuel du flexible, des soudures et des raccords ainsi qu'à un contrôle des dimensions d'assemblage et de raccordement. Les tuyaux flexibles sont en outre soumis à des essais de pression et d'étanchéité avant livraison. En fonction de la valeur de la pression d'essai et du diamètre nominal du flexible, il sera effectué soit un test de pression et d'étanchéité combiné en immersion avec de l'azote ou un test de pression hydraulique suivi d'un test d'étanchéité à pression réduite en immersion avec de l'azote.

Pour les tuyauteries flexibles qui n'entrent pas dans le champ d'application de la directive relative aux équipements sous pression, la pression d'essai a un facteur de 1,3 la pression à froid. Dans les champs d'application de la directive relative aux équipements sous pression, la pression d'essai est fixée conformément à cette directive.

Si, lors de la commande, aucune information n'est communiquée sur le fluide et/ou les conditions de service, les tuyauteries flexibles sans tresse sont soumises à un test d'étanchéité à 0,5 bar et les tuyauteries flexibles tressées à un essai de pression et d'étanchéité à 10 bar.

En outre, d'autres contrôles de réception peuvent être effectués selon les spécifications du client, par ex. des tests de fatigue conformément à une norme ou dans des conditions proches des conditions de service. Le type et l'ampleur des contrôles sont définis en accord avec le client. Les contrôles peuvent être supervisés par l'agent délégué aux contrôles de la société Witzenmann GmbH, un agent mandaté par le client ou un organisme externe certifié.

2.8 Gestion de la qualité

Certificats de contrôle

Les documents de contrôle pour les tests effectués ou le matériau employé sont disponibles sur demande ; les feuillards normalement en stock peuvent être attestés par le certificat de réception 3.1 ou 3.2 selon DIN EN 10204. La norme DIN EN 10204 spécifie les certifications possibles des contrôles effectués (cf. tableau 2.8.1).

Désignation	Document de contrôle	Type	Description du document	Conditions	Document délivré par
2.1	Attestation de conformité à la commande	non spécifique	Certification de la conformité aux spécifications de la commande.	Conformément aux conditions de livraison spécifiées dans la commande ou - sur demande - conformément aux dispositions officielles et aux réglementations techniques en vigueur.	par le fabricant
2.2	Relevé de contrôle		Certification de la conformité aux spécifications de la commande avec indication des résultats des tests non spécifiques.		
3.1	Certificat de réception 3.1	spécifique	Certification de la conformité aux spécifications de la commande avec indication des résultats des tests spécifiques.	Conformément aux dispositions officielles et aux réglementations techniques en vigueur.	par un agent du fabricant délégué au contrôle, indépendant du service de production.
3.2	Certificat de réception 3.2		Certification de la conformité aux spécifications de la commande avec indication des résultats des tests spécifiques.		par un agent du fabricant délégué au contrôle, indépendant du service de production et par un agent délégué au contrôle mandaté par le client ou par un agent spécifié dans les dispositions officielles.

Tableau 2.8.1 Documents de contrôle conformes à la norme DIN EN 10204

2.9 Certifications et homologations clients

Witzenmann a été la première entreprise de sa branche certifiée selon la norme DIN ISO 9001 dès 1994. La société Witzenmann dispose aujourd'hui des certificats de qualité et de protection de l'environnement suivants :

ISO/TS 16949

ISO 9001

ISO 14001

EN 9100

Druckgeräterichtlinie

AD 2000 – Merkblatt W 0

AD 2000 – Merkblatt HP 0 / DIN EN ISO 3834-2 / HP 100 R

KTA 1401 und AVS D100/50

ASME U-Stamp

Nous disposons également des homologations produits suivantes :

Gaz/eau

 DVGW – Association allemande des Professionnels de l'Eau et du Gaz, Allemagne

 ÖVGW – Association autrichienne du gaz et de l'eau, Autriche

 SVGW – Société Suisse de l'Industrie du Gaz et des Eaux, Suisse

 IMQ – Insieme per la Qualità e la Sicurezza – Société de certification de la qualité et de la sécurité, Milan, Italie

 DG – Danmarks Gasmateriel Prøvning – Centre Danois de la technologie du gaz, Danemark

2.9 Certifications et homologations clients

Sécurité incendie

 VdS – Verband der Sachversicherer e.V., Deutschland – Groupement des assureurs de choses, Allemagne

 FM – Factory Mutual Research – Mutuelle d'usines pour la recherche, USA

Navigation

 ABS – American Bureau of Shipping – Société de classification, USA

 BV – Bureau Veritas, France

 DNV – Det Norske Veritas – Société de classification, Norvège

 LRS – Lloyd's Register of Shipping – Société de classification, Grande-Bretagne

Autres

 RTN – RosTechNadzor – Autorité fédérale de surveillance pour l'écologie, la technologie et la technique nucléaire, Russie

 VDE – Fédération allemande des industries de l'électrotechnique, de l'électronique et de l'ingénierie de l'information, Allemagne

 AREVA NP GmbH – Conception, construction et maintenance des centrales nucléaires, Allemagne

DOMAINES D'APPLICATION CARACTÉRISTIQUES DES TUYAUX MÉTALLIQUES FLEXIBLES

3. Domaines d'application caractéristiques des tuyaux métalliques flexibles

3.1	Industrie	40
	- Système de traçage flexible	40
	- Tuyaux flexibles d'isolation	41
	- Tuyaux flexibles double enveloppe	42
	- Tuyaux flexibles pour produits chimiques	43
	- Tuyaux flexibles pour l'alimentaire	45
	- Tuyaux métalliques flexibles avec revêtement PTFE	45
	- Tuyaux flexibles pour presses	46
	- Tuyaux flexibles haute pression pour gaz industriels	47
	- Tuyaux flexibles pour lances en aciérie	49
	- Éliminateurs de vibration	50
3.2	Technique du vide / Technique médicale / Optoélectronique	52
	- Tuyaux flexibles à vide	52
	- Tuyaux flexibles miniatures	52
3.3	Énergie verte	53
	- Tuyaux flexibles solaire	53
	- Centrales de cogénération	54
	- Tuyauterie flexible pour capteurs solaires	54
3.4	Équipement technique des bâtiments	56
	- Tuyaux flexibles pour l'équipement sanitaire	56
	- Tuyaux flexibles d'alimentation en eau potable	57
	- Flexibles gaz conformes à DIN 3384	58
	- HYDRA GS – Flexibles gaz pour bâtiments conformes à EN 15266	58
	- Tuyaux à gaz flexibles pour appareils ménagers conformes à EN 14800	59
	- Flexibles pour le raccordement d'appareils	61
	- Tuyaux flexibles pour plafonds froids	62
	- Systèmes de montage de gicleurs d'incendie	63
	- Échangeurs thermiques	64

Système de traçage flexible

Le chauffage de tuyauterie par traçage est utilisé dans les lignes de produit, les distributeurs, les raccords, les réservoirs, les ponts de canalisation et les douches d'urgence pour maintenir une température ???? et éviter les dégâts du gel. En fonction de la source d'énergie, on distingue système de traçage électrique et le système thermique.

Le système de traçage HYDRA présenté à la figure 3.1.1 utilise de l'eau ou de la vapeur industrielle comme vecteur thermique. Il existe en diamètre nominal DN 12 à DN 25 et se compose d'un flexible de traçage, d'un tuyau d'alimentation isolé ainsi que d'accessoires et de pièces de fixation. Le tuyau en inox disponible au mètre peut très facilement être mis à dimension sur site en fonction des conditions de montage. Le raccordement se fait à l'aide de raccords tournants en inox ou en laiton. Le flexible de traçage se monte sur la tuyauterie au moyen de clips de montage rapide ou directement à l'aide de colliers (cf. figure 3.1.1). Sur les murs, il est fixé par des clips de montage rapide vissés.



Fig. 3.1.1 Système de traçage HYDRA

Les avantages du système de traçage HYDRA sont :

- Une installation simple et économique, sans dimensionnement préalable de la tuyauterie et sans soudage ou brasage.
- Une adaptation aisée au tracé de la tuyauterie, même sur de faibles rayons de courbure,
- Des coûts d'isolation réduits grâce à des profils d'isolant plus réduits,
- Une haute performance d'échange thermique grâce à la grande surface ondulée et à la paroi mince du flexible métallique,
- Une grande résistance à la pression, à la température, à la corrosion et au vieillissement,

- La conductivité électrique, la résistance à la flamme, l'étanchéité à la diffusion. En utilisant de l'eau froide comme vecteur thermique, le système de traçage HYDRA peut servir au refroidissement, par ex. des moteurs ou des conduites de gaz d'échappement. Pour une description détaillée, se référer au prospectus "Système flexible de traçage".

Conduites flexibles d'isolation

Les flexibles d'isolation servent à la connexion des appareils de thermorégulation avec des cuves, des réacteurs chimiques ou des installations de distillation. Le flexible d'isolation présenté sur la figure 3.1.2 est résistant à la température jusqu'à 300 °C. Son pouvoir isolant élevé permet de garantir une protection contre les brûlures par contact : pour un fluide circulant à 200 °C, la température externe n'excède pas 60 °C. Le flexible d'isolation HYDRA est étanche au vide et à la diffusion, la pression de service admissible s'élève à 16 bar à 20 °C. Un tuyau flexible ondulé DN 10 est utilisé pour le transport du fluide. Plusieurs couches forment l'isolation, la dernière étant une gaine en mousse silicone, sur demande revêtue d'une tresse en polyamide thermostabilisé. Les couches d'isolation sont étanchéifiées à leurs extrémités par des capuchons thermorétractables. Sur demande, toutes les soudures peuvent être réalisées sans bavure et sans fissure. Le flexible d'isolation HYDRA, extrêmement souple, est disponible en différentes longueurs. Son installation est donc particulièrement aisée. Le raccordement du tuyau s'effectue au moyen de raccords union en inox. Les longueurs standard sont spécifiées au chapitre 6.4.



Fig. 3.1.2 Flexible d'isolation HYDRA

Tuyau flexible double enveloppe

Les tuyaux flexibles double enveloppe HYDRA se composent de deux flexibles métalliques coaxiaux de diamètre différent. Ils sont utilisés comme tuyauterie chauffante ou réfrigérante ou comme dispositif de sécurité contrôlé. Le fluide de travail est transporté dans le tuyau intérieur. L'espace circulaire formé entre le tuyau intérieur et le tuyau extérieur sert au transport du vecteur thermique, à l'isolation ou comme espace de surveillance.

Les tuyauteries flexibles double enveloppe servent d'élément chauffant pour le transport de fluides visqueux ou sensibles à la température dans la chimie, la pétrochimie, la pharmacie et l'industrie alimentaire, lorsqu'un simple revêtement isolant ne suffit pas à stabiliser la température ou lorsque des tolérances sévères doivent être respectées. Les tuyaux flexibles double enveloppe servent d'éléments réfrigérants dans les compresseurs et les moteurs pour le refroidissement de l'air et des gaz d'échappement.

Lorsqu'il faut transporter un fluide à très basse température, comme par ex le gaz liquide en cryotechnique, les tuyaux flexibles double enveloppe servent d'élément isolant. Dans ce cas, l'espace circulaire entre le tuyau intérieur et le tuyau extérieur est tiré au vide.

Lorsque des appareils de contrôle, tels que des manomètres ou des détecteurs de fuite, sont installés sur le tuyau extérieur, le tuyau flexible double enveloppe est alors utilisée comme dispositif de sécurité contrôlé, par ex. pour le transport de fluides dangereux.



Fig. 3.1.3 Tuyauterie flexible double enveloppe HYDRA



Fig. 3.1.4 Technique de raccordement d'un flexible double enveloppe HYDRA, vue en coupe

Les illustrations 3.1.3 et 3.1.4 présentent des conduites flexibles double enveloppe HYDRA. Les tuyaux intérieurs et extérieurs sont des flexibles onduleux en inox avec tresse inox. Des brides sont montées à chaque extrémité de la tuyauterie pour le raccordement du fluide de travail. Des raccords filetés, des brides à collerette à souder, des brides à vide et des vannes cryogéniques sont montées à angle droit pour l'alimentation ou l'évacuation du fluide chauffant ou réfrigérant.

Les tuyaux flexibles double enveloppe HYDRA possèdent une grande souplesse angulaire et latérale. Ils sont résistants à la pression, aux températures élevées, à la corrosion et étanches au vide. En version standard, ils sont conçus pour résister à une température de 400 °C max., et de 550 °C en version spéciale. Ils sont disponibles en diamètre nominal DN 10 à DN 150 et dans les classes de pression PN 16 à PN 40. Les dimensions et les différentes versions sont spécifiées dans les tableaux techniques au chapitre 6.5.

Tuyaux flexibles pour produits chimiques

En complément des normes DIN EN 14585-1 et DIN ISO 10380, la norme DIN 2827 décrit les tuyaux flexibles en acier inoxydable pour produits chimiques. La protection contre la corrosion est un élément essentiel de cette norme. Pour les diamètres nominaux DN 10 à DN 100, elle exige en plus une technique de raccordement sans bavure et sans fissure. Cette technique doit éviter une concentration locale de fluides corrosifs impliquant une corrosion sous forme de fissure, piqûre ou soufflure. Le soudage doit être effectué par des soudeurs qualifiés conformément à la norme DIN EN 287-1. Les procédures de soudage doivent répondre aux exigences de la norme DIN EN ISO 15614. D'autre part, selon la norme DIN 2827, les flexibles agrafés ou les spires en fil rond sont des éléments de protection extérieure supplémentaires pour les flexibles métalliques.

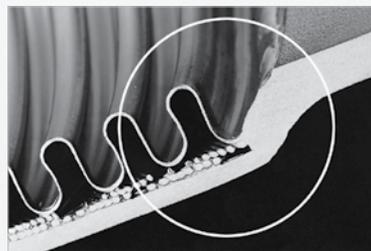


Fig. 3.1.5 Sandure sans fissure ni bavure d'un flexible métallique

Les tuyaux flexibles onduleux HYDRA peuvent être fabriqués en version spéciale conformément à la norme DIN 2827 à partir du diamètre nominal DN 6. La figure 3.1.5 présente une tresse, un tuyau flexible onduleux et un embout soudés sans bavure ni fissure. Des éléments de protection conformes à la norme DIN 2827 - cf. fig. 3.1.6 - peuvent être adjoints en option.

Les impératifs de sécurité des règles techniques applicables aux chaudières à vapeur (TRD 451 et 452) doivent être respectés lors du transport d'ammoniac : la pression de calcul de la tuyauterie flexible doit être supérieure à PN 25, les brides et les joints doivent être homologués pour l'ammoniac. Les brides pour ammoniac sont disponibles sur demande.

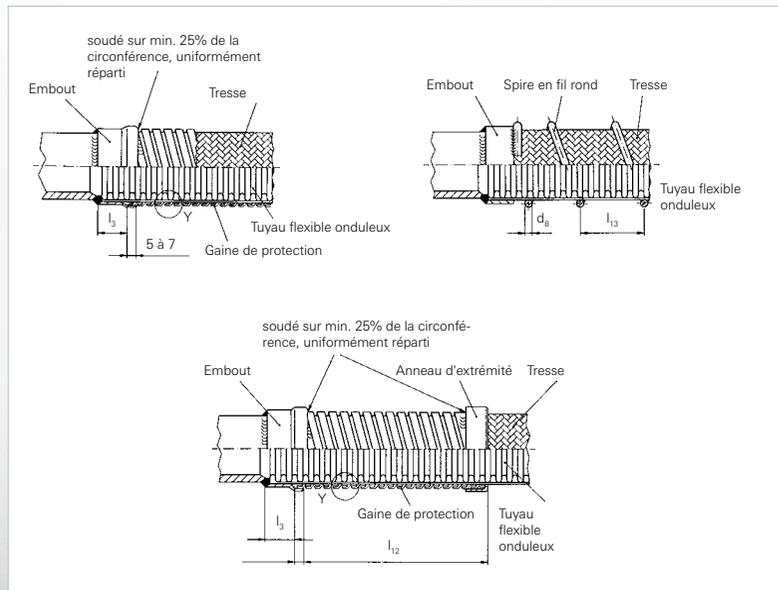


Fig. 3.1.6 Version avec protections additionnelles conformément à la norme 2827

Tuyaux flexibles pour l'alimentaire

Les installations et les unités de production de l'industrie agroalimentaire ont des exigences accrues en matière de propreté et d'hygiène. Pour répondre à ces exigences, le processus de fabrication est régulièrement interrompu par des cycles de nettoyage (CIP Cleaning in Place). Afin que les flexibles métalliques puissent être nettoyés efficacement et rapidement, le profil des ondes doit être ouvert, sans contre-dépouille, avec de grands rayons au niveau du sommet intérieur et extérieur de l'onde. Les spécifications pour les rayons des sommets des ondes sont précisées par ex. dans les normes américaines 3-A Sanitary Standard. Dans la gamme des tuyaux flexibles onduleux HYDRA, l'ondulation large du RS 341 en fait le flexible le mieux adapté en agroalimentaire. Sur demande, il peut être muni de raccords soudés sans bavure ni fissure, par ex. des raccords filetés pour aliments liquides conformes à la norme DIN 11851.

Tuyaux métalliques flexibles avec revêtement PTFE

Les tuyauteries avec revêtement PTFE sont utilisées dans l'industrie chimique, lorsque la résistance chimique des matériaux métalliques n'est pas suffisante. Avec leur paroi intérieure lisse, les conduites flexibles avec revêtement PTFE servent également de tuyaux de transport et de remplissage.



Fig. 3.1.7 Tuyauterie flexible HYDRA avec revêtement PTFE

La figure 3.1.7 montre un tuyau flexible agrafé avec revêtement intérieur en PTFE. Une tresse extérieure compense la contrainte longitudinale générée par la pression interne et assure, avec le flexible agrafé, la protection contre les sollicitations mécaniques extérieures. Les raccords à chaque extrémité sont un collet et une bride tournante en acier ou en inox. Le revêtement PTFE protège également la surface d'étanchéité du collet.

3.1 Industrie

Les tuyaux flexibles avec revêtement PTFE HYDRA peuvent être utilisés sur une plage de température de -40 °C à +230 °C. Les dimensions standard sont spécifiées dans les tableaux techniques au chapitre 6.5.

Lorsque le fluide circule, des charges électrostatiques peuvent se produire sur les conduites non conductrices d'électricité. De telles charges peuvent provoquer des étincelles et risquent d'enflammer les mélanges gaz-air. Afin d'éviter l'accumulation de charges, le revêtement PTFE doit être conducteur d'électricité. Sur demande, les conduites flexibles PTFE HYDRA peuvent être fournies avec un revêtement PTFE antistatique, assurant la dissipation des charges électrostatiques. Il est nécessaire d'assurer une mise à la terre suffisante. Il faut veiller en particulier à la dissipation des perturbations dues à des champs électriques.

Ce type de conduite ne convient pas au découplage de grandes amplitudes de vibrations ou de vibrations permanentes.

Tuyaux flexibles pour presses

La fabrication de panneaux de particules, panneaux MDF et OSB et leur traitement de surface impliquent de fortes contraintes de température et de pression. On utilise pour cela des presses à étages permettant de traiter en une seule opération plusieurs panneaux superposés.

Pour réguler la température lors de ce processus, on utilise de l'eau chaude, de la vapeur ou de l'huile thermique. Le transport de ces fluides dans les différents étages de la presse est assuré par des tuyaux flexibles métalliques. Ces flexibles compensent les mouvements linéaires de la presse. Ils sont montés en U et travaillent généralement à 25 bar pour une température de 150 - 250 °C.

Dans une production en 3/8 et à des cadences de plusieurs courses par seconde, l'exigence de disponibilité des machines est très haute. Les flexibles pour presses doivent donc résister à plusieurs milliers de cycles par an. Pour garantir un fonctionnement continu sans incident dans ces conditions, il est important de dimensionner largement le rayon de courbure du montage en U ainsi que la longueur du tuyau. En service, la conduite flexible ne devra jamais atteindre les limites de sa plage de résistance à la pression. Il est également conseillé de prévoir une protection entre la tresse et le tuyau afin de réduire l'usure par frottement au minimum.

Les tuyaux flexibles onduleux RS 430 double tresse HYDRA, de fabrication

3.1 Industrie

hydraulique, conviennent parfaitement à ce type d'application dans les presses à étages. La figure 3.1.8 montre un exemple d'application. Ces flexibles peuvent être équipés de brides rectangulaires peu encombrantes ou de brides normalisées, par ex. conformes à DIN 1092.

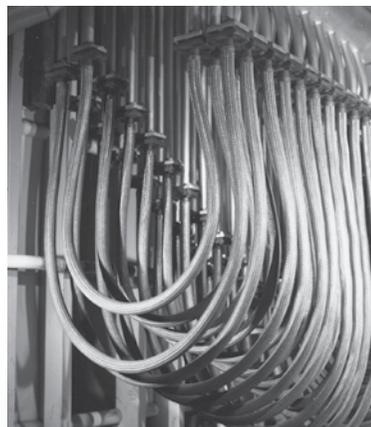


Fig. 3.1.8 Tuyaux métalliques flexibles sur une presse à étages

Tuyaux flexibles haute pression pour gaz industriels

Les tuyaux flexibles onduleux servent au transport de gaz ultrapurs, de gaz industriels sous haute pression, de gaz dangereux ou toxiques. Pour obtenir un débit volumique important et donc des temps de transfert et de remplissage réduits, on utilise souvent de très hautes pressions. Les collectifs de charge pour les flexibles métalliques comprennent donc des mouvements fréquents ainsi que de nombreuses variations de pression. Les nombreuses opérations de montage et démontage constituent une sollicitation supplémentaire sur les raccords.

Les flexibles haute pression à double tresse HYDRA de la gamme RS 531 DN 5 à DN 16 conviennent parfaitement aux applications à des pressions de service jusqu'à 300 bar. Notre département R&D développe actuellement des flexibles métalliques résistant à des pressions de service encore plus élevées.

3.1 Industrie

La figure 3.1.9 montre une tuyauterie flexible HYDRA du type RS 531 en version tuyau de remplissage pour bouteille de gaz. Ce tuyau est muni d'un élément de sécurité additionnel, le câble anti-fouet, qui permet d'éviter au tuyau d'être projeté dans tous les sens en cas de dommage.



Fig. 3.1.9 Flexible haute pression HYDRA pour gaz industriels

Les raccords correspondant à chaque type de gaz sont conformes à la norme DIN 477. Afin d'éviter tout risque d'erreur lors du remplissage ou du vidage, la norme DIN 477 prescrit des raccords avec filetage à gauche sur la vanne de la bouteille de gaz pour tous les gaz combustibles facilement inflammables et avec filetage à droite pour tous les autres gaz.

Le tableau 3.1.1 mentionne les gaz les plus courants et donne les caractéristiques des raccords de vanne correspondants. Pour les gaz non mentionnés dans ce tableau, il est impératif de vérifier avant la commande la compatibilité des flexibles de remplissage ainsi que leur résistance chimique.

3.1 Industrie

Type de raccord	Raccord piquage latéral	No. de raccord	Gaz		D sur plats
–	d	–	–	–	mm
NR26S	W 21,80 x 1/14 LH	1	Éthylène, butadiène, butane, diméthyléther, éthane, gaz d'éclairage, méthane, propane, hydrogène	Gaz combustibles, facilement inflammables	30
	W 21,80 x 1/14	6	Ammoniac, argon, hélium, dioxyde de carbone (gaz carbonique)	Gaz non combustibles ou difficilement inflammables	30
	G 3/4	9	Oxygène		32
	W 24,32 x 1/14	10	Azote		

Tableau 3.1.1 Classification des raccords de vanne de bouteille de gaz selon la norme DIN 4771

Tuyaux flexibles pour lances en aciérie

En métallurgie, la fonte brute produite dans les hauts fourneaux est affinée dans un convertisseur pour la transformer en acier. Dans le procédé de soufflage d'oxygène, de l'oxygène est soufflé à intervalles réguliers au dessus du bain de fonte par une lance refroidie à l'eau. Ceci permet de brûler le carbone superflu et une partie des éléments résiduels indésirables. Ce procédé est également appelé décarburation. La lance doit parcourir plusieurs mètres en mouvement linéaire en direction verticale et horizontale. Pour ce faire, on utilise des flexibles métalliques montés en arc à 180°. Des conduites flexibles séparées alimentent la lance en eau de refroidissement et en oxygène.

En raison des grands diamètres et des pressions de service élevées, on utilise pour les flexibles de la lance le tuyau flexible onduleux RS 430 double tresse toronnée, de fabrication hydraulique. Il est possible de prévoir une protection mécanique extérieure par un flexible agrafé.

Les conduites à oxygène sont équipées d'un tuyau intérieur agrafé pour améliorer la circulation du fluide et réduire les pertes de pression. Toutes les pièces en contact avec l'oxygène doivent être en inox et exemptes d'huile et de graisse.

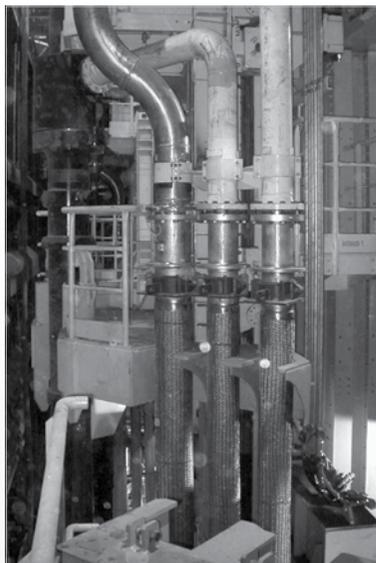


Fig. 3.1.10 Tuyaux pour lances à oxygène pour l'alimentation en oxygène et en eau de refroidissement en aciérie.

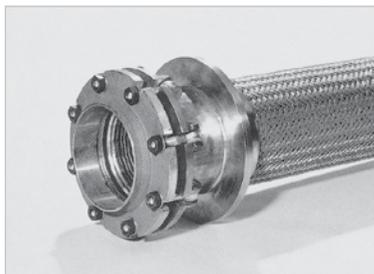
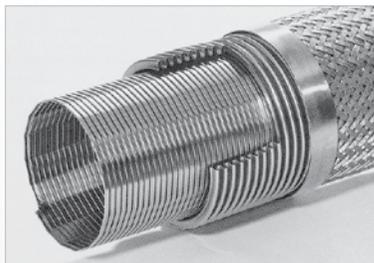


Fig. 3.1.11 Tuyau flexible onduleux HYDRA en acier inoxydable avec double tresse et tuyau intérieur agrafé pour l'alimentation en oxygène des lances de soufflage en aciérie.



Éliminateurs de vibration

Les éliminateurs de vibration sont des conduites d'alimentation pour moteurs, pompes, groupes frigorifiques ou climatiseurs permettant de réduire la transmission des vibrations et d'atténuer les bruits. Ils sont principalement utilisés dans la technique du froid.

Les éliminateurs de vibration HYDRA sont en bronze (DN 8 à DN 50) ou en acier inoxydable (DN 6 à DN 100). On peut noter que l'on obtient une meilleure insonorisation avec la version en bronze.



Fig. 3.1.12 Exemple d'application d'un éliminateur de vibration

La figure 3.1.12 montre un exemple d'application d'un éliminateur de vibration. Le dessin 3.1.13 montre des exemples d'installation des éliminateurs de vibration. La direction de la vibration doit être perpendiculaire à l'axe du flexible car les tuyaux à tresse peuvent absorber les mouvements uniquement dans cette direction. Deux éliminateurs de vibration devront éventuellement être installés en cas de vibrations multiaxiales. Les tuyaux doivent être raccordés sans contrainte mécanique, parfaitement alignés et non précontraints. Tout point fixe doit être positionné directement derrière le flexible. Les amplitudes admissibles sont de ± 1 mm en fonctionnement continu et de ± 5 mm à la mise en route ou à l'arrêt.

Les dimensions standard pour les éliminateurs de vibration HYDRA sont spécifiées au chapitre 6.5. Il est également possible d'absorber des vibrations avec un flexible standard monté en arc à 90° . Pour plus de détails, se référer au chapitre 4.6.

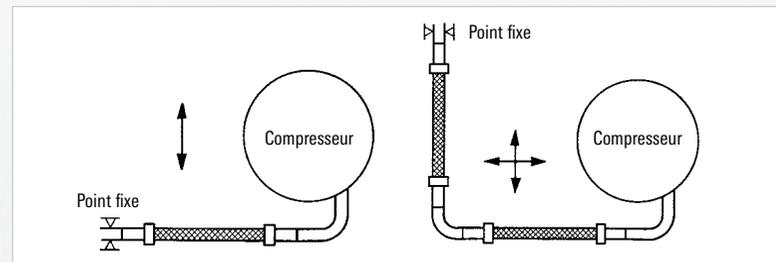


Fig. 3.1.13 Exemples de montage des éliminateurs de vibration HYDRA

Tuyaux flexibles à vide

En technique du vide, les tuyaux flexibles onduleux sans tresse sont utilisés habituellement avec de petites brides normalisées. Ces conduites flexibles permettent un montage rapide pour la connexion d'appareils, de pompes, de dispositifs de mesure et de bancs d'essai.

Les tuyaux flexibles onduleux HYDRA sans joints en matière plastique supportent des températures jusqu'à 450 °C et peuvent donc être utilisés dans le domaine de l'ultravide. Ces conduites flexibles peuvent être utilisées à des pressions atteignant 10^{-9} mbar si l'on utilise des petites brides pour le raccordement. En ajoutant un anneau de support extérieur, la bride peut résister à la surpression jusqu'à 1,5 bar environ.

En règle générale, les conduites flexibles pour technique du vide HYDRA sont soumises à un test à l'hélium avec un taux de fuite de 10^{-7} mbar l/s. Un taux de fuite plus faible peut être confirmé sur demande.

Flexibles miniatures

Les flexibles miniatures HYDRA sont employés comme tuyaux de protection pour les instruments de chirurgie non invasive ou pour les conducteurs de lumière dans les applications laser ou optoélectroniques. Witzenmann est le premier fabricant de flexibles miniatures de diamètre 1,5 à 6 mm. Ils sont disponibles en type agrafé ou onduleux, ces derniers étant étanches à la pression et à la diffusion. Selon l'application, les flexibles miniatures sont revêtus d'une gaine extérieure, munis d'un liner intérieur ou équipés de raccords spécifiques. Les flexibles miniatures HYDRA sont très souples, résistants et inaltérables.



Fig. 3.2.1 Flexibles miniatures HYDRA

Tuyaux flexibles solaires

Les installations les plus performantes pour la production d'énergie solaire thermique sont aujourd'hui les centrales à concentrateurs cylindro-paraboliques. Dans ce genre de centrale, des miroirs paraboliques focalisent la lumière du soleil sur des tubes collecteurs et chauffent le fluide caloporteur qui circule dans ces tubes. Les vecteurs thermiques utilisés sont des huiles thermiques, ou aujourd'hui de l'eau et de la vapeur et à l'avenir des sels fondus.

Un échangeur thermique produit de la vapeur qui alimente ensuite une centrale conventionnelle. Il est également possible de procéder à la vaporisation directe de l'eau dans le tube collecteur. Un avantage indéniable des centrales solaires thermiques par rapport à la photovoltaïque est la possibilité de stockage intermédiaire de l'énergie thermique dans des sels fondus.



Fig. 3.3.1 Parc solaire d'une centrale à concentrateurs cylindro-paraboliques

La figure 3.3.1 montre des miroirs paraboliques dans un parc solaire. En service, les miroirs doivent être ajustés en permanence en fonction de la position du soleil. De plus, il y a des dilatations thermiques importantes entre le jour et la nuit. Ces dilatations et ces mouvements doivent être compensés par des articulations ou des éléments flexibles dans la tuyauterie. Une des possibilités est de connecter les tubes collecteurs des réflecteurs paraboliques sur les conduits collectifs par des flexibles métalliques. Ces tuyaux solaires sont particulièrement sollicités par les températures et les pressions élevées ainsi que par l'amplitude des mouvements. On utilise donc ici des versions spéciales composées de flexibles onduleux à paroi multiple munis de tresses particulièrement solides. En règle générale, une protection contre l'abrasion entre le flexible onduleux et la tresse est nécessaire, tout comme l'isolation thermique et éventuellement une gaine de protection extérieure.

Centrales de cogénération

Les centrales de cogénération fournissent les bâtiments en chaleur et en électricité hors réseau selon le principe de la production combinée. Un moteur à combustion stationnaire tourne à régime constant, dans le cas idéal en fonctionnement continu, et entraîne un générateur produisant de l'électricité.

Les centrales de cogénération atteignent des rendements élevés car l'énergie résiduelle du groupe est utilisée pour chauffer l'eau sanitaire. En fonction des conditions de fonctionnement, plus de 90% de l'énergie primaire fournie sous forme de diesel, d'essence ou de gaz est valorisée.

L'ensemble du système de tuyauterie doit faire face à des contraintes exigeantes, notamment à cause des vibrations engendrées par le moteur. Les flexibles métalliques HYDRA conviennent parfaitement au transport de gaz et d'eau dans les centrales de cogénération. Elles permettent à la fois d'équilibrer le montage et d'absorber les vibrations. Il s'agit d'une part des vibrations permanentes d'une amplitude faible mais pratiquement constante engendrées en mode de fonctionnement normal et d'autre part du mouvement intensif multidirectionnel et de grande amplitude généré à la mise en marche et en arrêt du moteur à combustion.

Tuyauteries flexibles pour capteurs solaires

Les capteurs solaires pour le chauffage de l'eau sanitaire se composent de panneaux solaires individuels reliés entre eux et d'un système de tuyauteries connectées à panneaux. Ces connexions doivent être extrêmement flexibles de manière à compenser les variations de dilatation thermique des différents composants. En fonction du domaine d'application et des caractéristiques de l'installation solaire, on utilisera des tuyaux métalliques flexibles HYDRA ou des soufflets métalliques HYDRA.

La figure 3.3.2 présente différents connecteurs solaires HYDRA correspondant à des installations variées, par ex. les systèmes sans ou sous pression, les grands équipements ou les panneaux individuels. Les caractéristiques techniques communes à tous les connecteurs solaires sont :

- Des températures de service comprises entre -20 et +200 °C,
- Une absorption de mouvement multidirectionnelle (axiale, latéral et angulaire) et, en général, une résistance à 10 000 cycles,
- Un nombre réduit de points d'étanchéité,
- Une connexion sans brasage de l'élément flexible sur le tuyau en cuivre de qualité standard.

Les soufflets et flexibles HYDRA conviennent parfaitement à la connexion flexible des capteurs solaires. Dans ce cas, ils sont entièrement équipés et prêts au montage. L'installation est simple et rapide et ne nécessite pas de connaissances particulières.

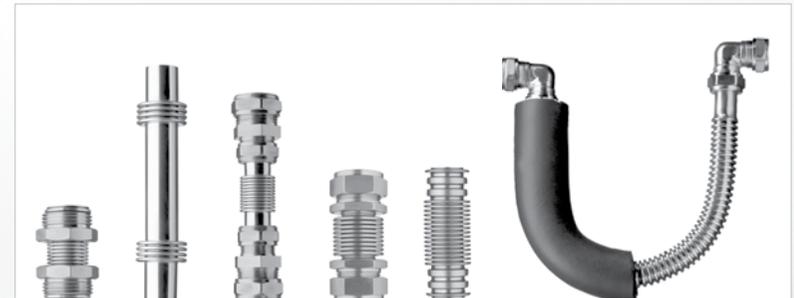


Fig. 3.3.2 Soufflets et flexibles métalliques HYDRA pour la connexion flexible de capteurs solaires

3.4 Équipement technique des bâtiments

Tuyaux flexibles sanitaires

Les tuyaux métalliques flexibles sont employés au quotidien dans les cuisines et sanitaires comme tuyaux de douche. Witzemann fabrique des tuyaux de douche et des accessoires nickelés et chromés de grande qualité sous la marque ASPOR. Les flexibles ASPOR sont conçus pour un usage professionnel au quotidien à une température de service de 70 °C. Ils peuvent être utilisés pour l'eau potable, ils sont flexibles, résistants à la torsion et à la traction et offrent une bonne résistance à la compression transversale. Les tuyaux ASPOR sont homologués



La gamme Design d'ASPOR (Fig. 3.4.1), avec ses tuyaux de douche rectangulaires ou triangulaires, ajoutent une touche esthétique à toute cuisine ou local sanitaire.

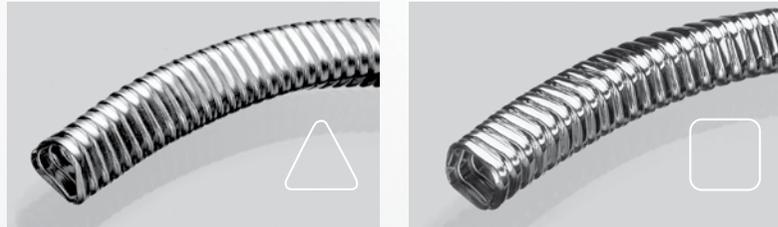


Fig. 3.4.1 Gamme Design d'ASPOR

Le flexible douche évier Type GB 1 (Fig. 3.4.2) convient parfaitement aux cuisines de collectivité dans les restaurants, les cantines, les hôpitaux etc. La pression de service admissible est de max. 16 bar, le tuyau est conçu pour l'eau potable et résistant à la chaleur jusqu'à 90 °C. Une des caractéristiques extérieures du tuyau est le flexible agrafé de protection en acier inoxydable 1.4301. Le tuyau intérieur en caoutchouc butyle est homologué KTW (directive allemande relative à l'évaluation des matériaux organiques en contact avec l'eau potable). Le raccordement est effectué à chaque extrémité au moyen de raccords union en laiton chromé de type G 1/2".

3.4 Équipement technique des bâtiments



Fig. 3.4.2 Flexible douche évier Type GB 1

Tuyaux flexibles d'alimentation en eau potable

Les tuyaux flexibles d'alimentation en eau potable sont utilisés dans la maison et la restauration pour brancher des lave-linge et des lave-vaisselle, des réfrigérateurs avec préparateur de glaçons, des fours de cuisson à la vapeur ainsi que des machines à café et à espresso automatiques. La figure 3.4.3 présente les tuyaux flexibles d'alimentation en eau potable de la gamme HY équipés de différents types de raccords. La figure 3.4.4 montre la configuration de ces tuyaux : à l'intérieur, un flexible onduleux résistant à la pression et un flexible agrafé à l'extérieur pour la protection mécanique. Grâce au diamètre du tuyau et à la géométrie de l'ondulation, un flux turbulent se forme dans le flexible onduleux. Cela réduit le dépôt de calcaire ou de bactéries de manière significative et l'on obtient un effet auto-nettoyant.

Les tuyaux flexibles d'alimentation en eau potable HYDRA sont équipés de raccords filetés de type G 3/4" normalisés. Ils ont obtenu l'homologation DVGW (association des professionnels du gaz et de l'eau) pour les applications en eau potable conformément aux références de validation VP 543 ainsi que l'homologation KTW pour les joints d'étanchéité plats.



Fig. 3.4.3. Tuyaux flexibles d'alimentation en eau potable HYDRA



Fig. 3.4.4 Configuration des tuyaux flexibles d'alimentation en eau potable HYDRA

Conduites à gaz flexibles conformes à DIN 3384

Conformément à la norme DIN 3384, les appareils à gaz peuvent être connectés par des conduites flexibles en acier inoxydable. Le diamètre nominal des conduites flexibles ne doit pas excéder DN 300 et la pression de service PN 16. Les conduites ne doivent pas être enterrées. Les matériaux, la configuration, les contrôles de réception et l'homologation de ces conduites à gaz sont décrits dans la norme DIN 3384.

Les flexibles onduleux HYDRA des gammes suivantes ont obtenu l'homologation DVGW pour les flexibles gaz : RS 331 L00 et L12 en diamètre nominal DN 6 à DN 150, RS321 L00 et L12 jusqu'au DN 50 et RS 341 L00 et L12 jusqu'au DN 100. Les conduites flexibles LA230 à raccords filetés conformes à la norme DIN EN 10226-1, LA201 à brides conformes à la norme DIN EN 1092-1 et LA241 avec extrémités à souder font partie de la gamme standard. Nous pouvons assembler les flexibles onduleux HYDRA à d'autres raccords conformes à la norme DIN 3384 dans la longueur désirée.

HYDRA GS – Flexible gaz pour bâtiments conformes à EN 15266

Lorsque la pression de fonctionnement ne dépasse pas 0,5 bar, les kits de flexibles onduleux inoxydables conformes à la norme EN 15266 offrent une solution rapide et peu onéreuse pour l'installation du gaz dans les bâtiments. Le kit d'installation HYDRA GS est composé d'un flexible onduleux revêtu d'une gaine extérieure sur la base du modèle RS 351 et muni des raccords adéquats pour le montage sur site ainsi que des accessoires de montage. Le kit est livré avec une valise à outils comprenant les coupe-tubes et les mâchoires à sertir pour la mise à dimension de la conduite et le montage des raccords (Fig. 3.4.5). L'avantage principal du kit HYDRA GS est sa simplicité d'installation. Le flexible gaz est livré en couronnes et mis à dimension sur site. Le parcours de la conduite s'adapte aisément aux contingences de la construction car il suffit de cintrer le flexible à la main. Le montage des raccords s'effectue en quelques secondes au moyen de la mâchoire à sertir.

Le kit HYDRA GS est disponible en diamètre nominal DN 16 à DN 32. Ce système d'installation pour le gaz est homologué par la DVGW.

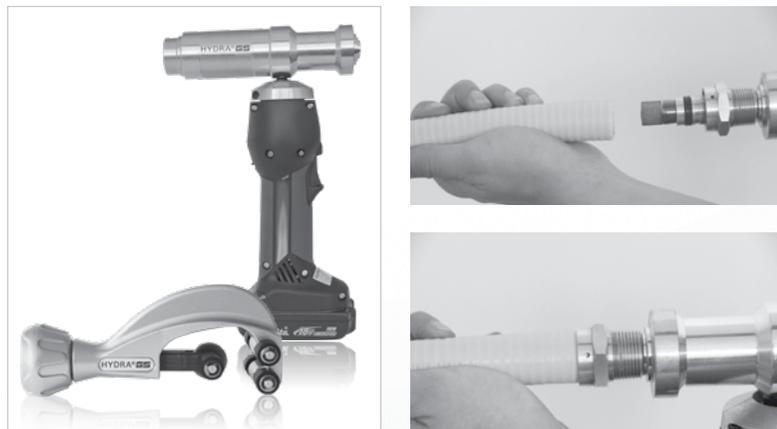


Fig. 3.4.5 Kit d'installation pour gaz HYDRA GS, outils à gauche et montage d'un raccord fileté à droite.

Tuyaux à gaz flexibles pour appareils ménagers conformes à EN 14800

Lorsque la pression du gaz est inférieure à 0,5 bar, les tuyauteries métalliques flexibles conviennent au raccordement d'appareils ménagers au gaz à l'intérieur comme à l'extérieur des habitations, par ex. les cuisinières, les chauffages de terrasse ou les barbecues. La norme EN 14800 définit les exigences relatives à l'utilisabilité, aux matériaux et aux méthodes d'essai pour les flexibles gaz pour le raccordement d'appareils à usage domestique utilisant les gaz combustibles. À l'avenir, elle remplacera les différentes normes nationales en Europe et contribuera à uniformiser les normes de sécurité.

3.4 Équipement technique des bâtiments

Les flexibles gaz de la gamme HYDRAGAS GA 7xx ont été conçus sur la base des exigences de la norme EN 14800. La figure 3.4.6 montre leur structure en trois couches : un tuyau flexible onduleux assure le transfert du gaz et l'étanchéité, une tresse en inox absorbe les sollicitations mécaniques, un revêtement PVC facile à nettoyer protège des salissures et des nettoyants ménagers agressifs. Le tuyau flexible onduleux, la tresse et les raccords sont soudés ensemble. Le revêtement PVC est serti sur les raccords par des embouts en inox. Ainsi, il ne peut pas glisser et est insensible à l'humidité.



Fig. 3.4.6 Structure à trois couches des flexibles à gaz HYDRAGAS GA 7xx

La couleur du revêtement PVC correspond au type de gaz et au pays d'utilisation. Les raccords sont prévus pour le raccordement des cuisinières et des robinets à gaz en usage dans le pays d'utilisation et permettent un montage aisé du flexible gaz. Le rayon de courbure minimum est de 40 mm. Tous les flexibles gaz de la gamme HYDRAGAS GA 7xx sont homologués CE conformément à la norme DN EN 14800. Les caractéristiques de performance des composants sont régulièrement vérifiées par des tests. Le marquage des embouts permet une traçabilité totale et une affectation précise des lots.



Fig. 3.4.7 Différentes versions spécifiques au pays d'utilisation du flexible HYDRAGAS 7xx

3.4 Équipement technique des bâtiments

Flexibles de liaison pour le raccordement d'appareils

Les tuyaux onduleux semi-rigides à profil plat sont une solution peu onéreuse pour connecter les pompes de chargement, les chaudières, les chauffe-eau, les vases d'expansion, les réservoirs stratifiés ou les appareils à gaz. Il suffit souvent d'un seul cintrage du flexible pour obtenir la configuration de montage désirée. Le tuyau semi-rigide est déformé plastiquement par cintrage et reste dans la position donnée. Les autres avantages du profil plat sont son faible coût et sa perte de pression relativement faible. La figure 3.4.8 présente un tuyau flexible onduleux semi-rigide cintré, la figure 3.4.9 un exemple de montage sur une chaudière.

Les tuyaux flexibles onduleux de la gamme HY 441 et IX 331 sont parfaitement adaptés au raccordement des appareils. Le tuyau flexible onduleux HX 441 est facilement pliable et parfait pour les rayons de courbure faibles et les cintrages multiples. Le tuyau flexible onduleux semi-rigide IX 331 à ondulation brevetée offre une très grande rigidité à la flexion. Il conserve ainsi de manière fiable la position prise lors du cintrage initial.

Les tuyaux sont livrables au mètre ou pré-cintrés départ usine. Les tuyaux peuvent être isolés sur toute leur longueur par une mousse PE ou par une membrane EPDM. Il est impératif de respecter les exigences de la norme DIN EN 15266 lorsqu'une tuyauterie semi-rigide est installée sur un appareil à gaz.



Fig. 3.4.8 Tuyau flexible onduleux semi-rigide en position cintrée



Fig. 3.4.9 Exemple d'installation d'une tuyauterie avec des tuyaux flexibles onduleux

Tuyaux flexibles pour plafonds froids

Les plafonds froids sont utilisés pour climatiser des bâtiments avec de l'eau froide. Ils se composent de deux panneaux pouvant être rabattus vers le bas pour l'installation et l'entretien. La figure 3.4.10 présente un plafond froid ouvert. Les flexibles pour plafonds froids, parfaitement visibles, alimentent les panneaux en eau.

En fonction des contingences d'installation et des rayons de courbure exigés, il est possible d'utiliser des tuyaux flexibles onduleux du type RS 321, RS 331 ou RS 341. En version standard, ces conduites flexibles sont munies de chaque côté d'un collet à joint plat, d'un écrou raccord en laiton, d'un joint sans amiante et d'un raccord rapide étanche. Des composants à vis mâles ou femelles en laiton ou avec des embouts en laiton (compatibles avec le raccord rapide DN 10 / DN 12) sont également disponibles.



Les flexibles pour plafonds froids HYDRA ne nécessitant pas de brasage ni de soudage, l'installation est donc peu onéreuse. La conduite est livrée en set. Il n'est donc pas nécessaire d'étanchéifier ultérieurement les raccords. La bonne résistance à la compression transversale et les extrémités brevetées des flexibles résistantes au flambage empêchent les étranglements et l'augmentation de la résistance à l'écoulement lorsque le flexible onduleux est plié. Les flexibles pour plafonds froids HYDRA sont étanches à la diffusion et assurent ainsi un fonctionnement parfait des dispositifs de réglage. La corrosion par diffusion d'oxygène ou l'encrassement des tuyaux sont également évités.

Systèmes de montage de gicleurs d'incendie

L'installation précise de gicleurs d'incendie sur des plafonds suspendus avec une technique de montage conventionnelle est très compliquée : un équerage traditionnel conforme au plan de calepinage au moyen d'une tuyauterie rigide demande un gros investissement en coûts et en temps. L'utilisation du système de montage de gicleurs HYDRA, incluant des flexibles inox conçus spécialement pour cette utilisation, réduit considérablement cet investissement car la flexibilité du tuyau permet un positionnement libre du gicleur dans le rayon défini par la longueur du flexible. Les éléments de fixation inclus permettent une fixation sûre et fiable du flexible du gicleur sur l'ossature porteuse du plafond. Le choix du système de montage de gicleurs HYDRA permet une réduction du temps d'installation pouvant aller jusqu'à 80 % par rapport à une tuyauterie rigide.

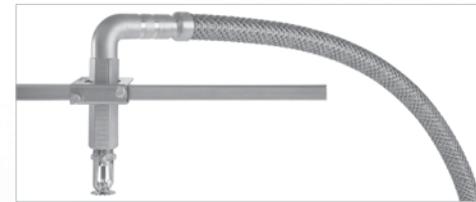


Fig. 3.4.11 Système de montage de gicleurs d'incendie HYDRA

Les fixations de gicleurs du programme standard HYDRA sont fabriquées à partir d'entretoises en tubes rectangulaires de 15 x 15 mm. Le tuyau du gicleur HYDRA est fixé par une mâchoire librement positionnable sur le tube rectangulaire, comme le montre la figure 3.4.12. Différents systèmes de montage de gicleurs sont disponibles en fonction de la configuration du plafond.



Fig. 3.4.12 Installation d'un flexible de gicleur HYDRA

3.4 Équipement technique des bâtiments

Les systèmes de montage de gicleurs HYDRA sont reconnus par le VdS (Association allemande d'assureurs dommages) et homologués pour une utilisation avec des installations sous eau avec des gicleurs en classe de pression PN 16 R 3/8" (K 57), R 1/2" (K 80) et R 3/4" (K 115). L'homologation est valable uniquement pour les systèmes de plafonds mentionnés dans nos fiches techniques de produits. L'homologation FM est disponible pour les systèmes de montage de gicleurs en classe de pression PN 12 (175 psi) pour les gicleurs R 1/2" (K80) et R 3/4" (K 115). Les homologations CNPP (France) et CNBOP (Pologne) sont également disponibles.

Échangeurs thermiques

Les échangeurs thermiques à flexibles onduleux offrent de nombreux avantages par rapport aux échangeurs thermiques à tubes lisses classiques :

- La surface du tuyau onduleux, plus importante, assure une bonne conduction de la chaleur
- Avec sa structure ondulée, elle favorise la condensation, par ex. dans les installations à condensation,
- Le flux turbulent augmente la conduction de la chaleur et diminue les dépôts de calcaire,
- La structure en coque à double courbure permet d'obtenir une construction légère et compacte.

Cela signifie que le rendement d'un échangeur thermique compact à flexibles onduleux pour applications spéciales peut être plus élevé que celui d'un échangeur thermique à tubes lisses comparable. Les principaux domaines d'application des échangeurs thermiques compacts sont : le chauffage de l'eau potable, sanitaire ou de piscine, la régulation de température des eaux de circuit, la séparation de systèmes des chauffages au sol ou le refroidissement et la condensation des gaz d'échappement.

Les échangeurs thermiques à tuyaux onduleux en inox peuvent être employés sur une grande plage de températures. Cela va de 90 °C pour les échangeurs thermiques de piscine jusqu'à plus de 1000 °C pour les échangeurs thermiques primaires en zone de flamme. Ce type d'échangeur thermique est insensible aux chocs de température. En tant que fournisseur de systèmes, Witzemann propose des carters personnalisés pour chaque client.

3.4 Équipement technique des bâtiments

Le carter et le serpentin sont assemblés de manière à obtenir le meilleur rendement de l'échangeur thermique. Les figures 3.4.13 et 3.4.14 présentent différents modèles.

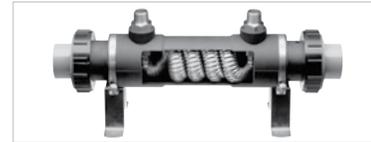


Fig. 3.4.13 Échangeur thermique de piscine avec carter plastique



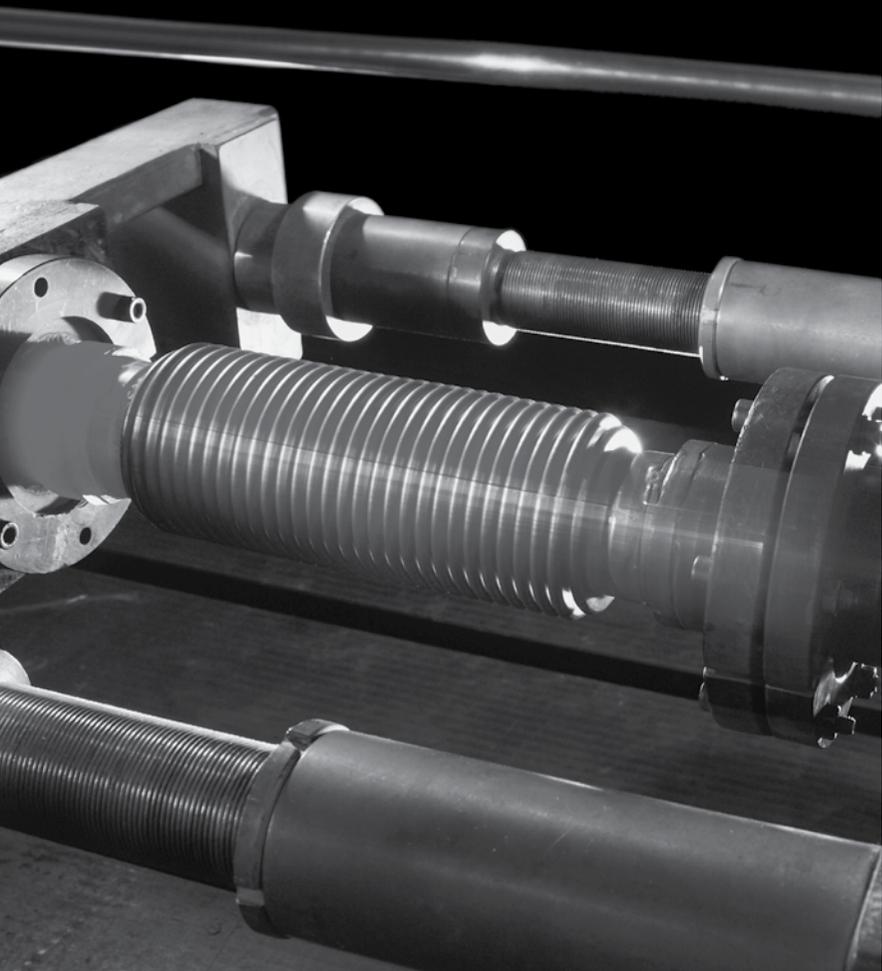
fig. 3.4.14 Échangeur thermique compact avec serpentin de flexibles onduleux (à gauche) et faisceau de flexibles onduleux (à droite)

Witzemann fabrique également les serpentins de stockage stratifié présentés à la figure 3.4.15. Ils possèdent un système de support breveté permettant une installation autoporteuse. Les serpentins de stockage stratifié sont livrés avec les raccords en set complet dans la dimension requise.



Fig. 3.4.15 Serpentin de stockage stratifié HYDRA

CONCEPTION, CALCUL ET MONTAGE DES TUYAUX FLEXIBLES ONDULEUX



4 Conception, calcul et montage des tuyaux flexibles onduleux

4.1	Résistance à la pression et durée de vie	68
4.2	Perte de charge et vibrations induites par l'écoulement	76
4.3	Absorption de mouvements linéaires	87
4.4	Absorption de dilatations thermiques	91
4.5	Compensation de tolérances de montage et de défaut d'alignement des conduits	97
4.6	Absorption de vibrations	98
4.7	Instructions d'installation et de montage	100

4.1 Résistance à la pression et durée de vie

Les exigences essentielles auxquelles doivent répondre les tuyaux flexibles onduleux sont

- (1) la résistance à la corrosion et à des fluides divers,
- (2) la résistance aux variations de température,
- (3) l'étanchéité,
- (4) la résistance à la pression
- (5) la flexibilité et la longévité.

Le choix des matériaux utilisés définit la résistance à la corrosion et à la température du produit. Les pressions admissibles pour les températures de service élevées sont définies au moyen de facteurs de réduction (cf. chapitre 6.1).

Le processus de production garantit l'étanchéité des flexibles. Le choix d'un design approprié du flexible est un point essentiel pour garantir la résistance à la pression et la durée de vie.

Pour les tuyaux sans tresse, il est aisément possible de prévoir la résistance à la pression et la durée de vie en appliquant de manière analogue les règles de calcul des soufflets métalliques à l'ondulation du tuyau. Cela est notamment le cas lorsque la ligne de courbure du tuyau est décrite en prenant en compte la pression interne selon la formule

$$w''''(x) + \frac{p \cdot A}{EI} w''(x) = 0 \quad (4.1.1)$$

Cependant, l'utilisation des flexibles non tressés n'est pas la règle puisque leur résistance à la pression est limitée. Pour plus de détails, consulter les normes EJMA 2009, EN 14917, notre manuel des soufflets métalliques ainsi que la publication "Design, longévité et fiabilité des soufflets métalliques pour l'étanchéification des tiges de soupape" (revue *Armaturenwelt* 2011, nos. 2, 3 et 4).

Le comportement des tuyaux tressés est défini par l'interaction du flexible onduleux avec la tresse. Cette interaction ne pouvant être analysée que partiellement, cela implique que la conception des tuyaux métalliques flexibles tressés est basée sur une approche expérimentale. La norme DIN EN ISO 10380 fournit des directives pour les procédures expérimentales standardisées. Les tests critiques pour les tuyaux tressés sont l'essai d'éclatement et le contrôle de la durée de vie.

4.1 Résistance à la pression et durée de vie

Éclatement du tuyau

Les modes de défaillance en essai d'éclatement sont l'éclatement du tuyau sous la tresse (illustration 4.1.1) ou la défaillance de la tresse due à des forces longitudinales (illustrations 4.1.2 et 4.1.3)

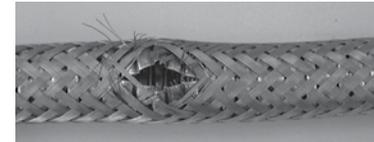


Fig. 4.1.1 Éclatement du tuyau sous la tresse



Fig. 4.1.2 Défaillance de la tresse et rupture consécutive du tuyau



Fig. 4.1.3 Défaillance de la tresse au niveau du raccord

L'éclatement du tuyau sous la tresse se produit lorsque la dimension de la tresse est plus grande que celle du flexible onduleux. La défaillance du tuyau est due aux tensions circonférentielles. La rupture est orientée dans le sens de l'axe du tuyau. Une tension circonférentielle de σ_{um} peut être employée comme critère de défaillance arithmétique pour l'éclatement du tuyau flexible onduleux. Elle est déterminée par la pression interne diminuée de l'effet de soutien radial de la tresse du tuyau. La limite d'éclatement S_{BR} du tuyau flexible onduleux résulte de la comparaison de la tension circonférentielle σ_{um} avec la résistance à la traction $R_m(T)$ du matériau du tuyau en température de service

$$S_{BR} = C_w \frac{R_m(T)}{\sigma_{um}} \quad (4.1.2)$$

4.1 Résistance à la pression et durée de vie

Le facteur de soudure C_{WV} prend en compte la résistance éventuellement plus faible de la soudure longitudinale par rapport au matériau de base du tuyau.

Une défaillance de la tresse se produit lorsque la contrainte de traction σ_z sur chaque fil dépasse la résistance à la traction du matériau de la tresse $R_m(T)$. Un allongement puis un éclatement du tuyau flexible onduleux au niveau du point faible suit généralement la défaillance de la tresse. Les fissures sont le plus souvent orientées en direction de la circonférence.

La limite de défaillance de la tresse S_{BG} est

$$S_{BG} = \frac{R_m(T)}{\sigma_z} \quad (4.1.3)$$

Si l'on applique trop de chaleur sur les fils lors de la fixation de la tresse, sa résistance à la traction en sera diminuée. Le tuyau présentera un point faible à cet endroit et la défaillance se produira donc au niveau de la connexion tuyau-tresse-raccord, comme montré sur la figure 4.1.3. Dans ce cas, la résistance à la traction des fils de la tresse doit être diminuée en conséquence pour calculer correctement la limite d'éclatement.

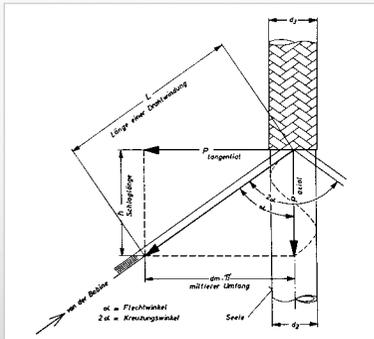


Fig. 4.1.4 Géométrie de la tresse du tuyau

La tresse est sollicitée en direction axiale par la force de réaction à la pression du tuyau. Sur la base de la géométrie de la tresse présentée à la figure 4.1.4, il résulte la tension σ_z sur chaque fil de la tresse.

4.1 Résistance à la pression et durée de vie

$$\sigma_z = \frac{F}{n_k \cdot n_d \cdot A_D \cdot \cos \alpha} \quad (4.1.4)$$

$F = p \cdot A_{\text{hyd}}$: force de réaction à la pression

n_d : nombre de fils par fuseau

n_k : nombre de fuseaux

α : angle de tressage par rapport à la verticale

A_D : surface de section transversale d'un fil de tresse

σ_z : tension dans un fil de tresse isolé

Pour les tresses multicouches fabriquées avec un pas d'enroulement L constant, l'angle de tressage α de chaque tresse augmente de l'intérieur vers l'extérieur. Chaque tresse n'est donc pas sollicitée de manière uniforme. La limite de charge n'augmente donc pas proportionnellement au nombre de couches.

Selon la norme DIN EN 10380, la limite de charge d'une tresse augmente en fonction des facteurs suivants par rapport à une tresse simple :

- 1,8 pour une double tresse et
- 2,6 pour une triple tresse

En pratique, cette évaluation est relativement exacte pour les petits diamètres nominaux, mais l'effet est moindre sur les tuyaux de grands diamètres nominaux. Les équations 4.1.2 et 4.1.3 permettent une évaluation du mode de défaillance de la conduite flexible et un dimensionnement équilibré du tuyau flexible onduleux et de la tresse concernant l'éclatement. La norme DIN EN ISO 10380 exige une limite d'éclatement de $S > 4$, c.-à-d. $S_{BR} > 4$ et $S_{BG} > 4$ pour les flexibles métalliques. En raison de l'incertitude des valeurs de résistance, la preuve de limite d'éclatement doit toujours être apportée de manière expérimentale. Si les tuyaux sont soumis à des températures élevées, la pression admissible décroît en fonction de la diminution des caractéristiques de résistance du matériau du tuyau et de la tresse. Le tableau 6.1.2 au chapitre 6.1 donne les facteurs de réduction appropriés.

4.1 Résistance à la pression et durée de vie

Durée de vie avec l'essai de fatigue

L'essai de fatigue est le test de longévité normalisé pour les conduites flexibles de petits et moyens diamètres. La figure 4.1.5 montre la configuration de montage théorique. Les paramètres d'essai essentiels sont la pression (p), le rayon de courbure (r), la course (y) et la longueur flexible du tuyau (L₁).

Elle est définie par

$$L_1 = 4 \times R + x \quad (4.1.5)$$

sachant que x est égal à 4 fois le diamètre nominal, mais au minimum 125 mm. Le tableau 4.1.1 donne les rayons de courbure appropriés. Avec ces rayons de courbure, les conduites HYDRA présentées au chapitre 6.3 atteignent une durée de vie de 10 000 cycles selon la norme DIN EN ISO 10380 au test de courbure en U sous pression nominale.

En pratique, la ligne de courbure pendant les essais diverge de la forme en U à flancs parallèles. La figure 4.1.6 présente un exemple de la forme en fer à cheval que prend la configuration du tuyau. Cette divergence par rapport à la forme en U s'accroît avec l'augmentation de la pression interne et la diminution de la résistance à la flexion du tuyau et conduit à une intensification de la contrainte au niveau des points de fixation. De ce fait, les ruptures en fatigue du tuyau et/ou de la tresse au niveau ou à proximité des points de fixation sont les défaillances les plus typiques en essai de fatigue.

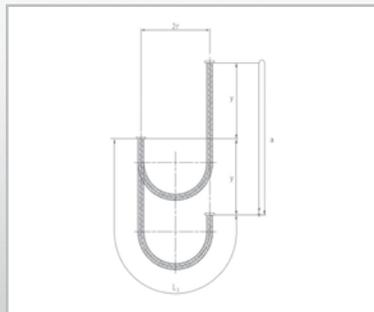


Fig. 4.1.5 Essai de fatigue, ligne de courbure théorique.



Fig. 4.1.6 Essai de fatigue sous pression interne.

4.1 Résistance à la pression et durée de vie

Diamètre nominal DN	Rayon de courbure r _N [mm] pour les tuyaux à grande flexibilité (Type 1)	Rayon de courbure r _N [mm] pour les tuyaux à flexibilité normale (Type 2)
4	100	120
6	110	140
8	130	165
10	150	190
12	165	210
15/16	195	250
20	225	285
25	260	325
32	300	380
40	340	430
50	390	490
65	460	580
80	660	800
100	750	1000
125	1000	1250
150	1250	1550
200	1600	2000
250	2000	2500
300	2400	3000

Tableau 4.1.1 Rayons de courbure pour le test en U selon la norme DIN EN ISO 10380:2013

D'autres modes de défaillance peuvent se produire comme l'usure par frottement du tuyau due au déplacement relatif du tuyau et de la tresse ou le flambage du tuyau au niveau de la transition entre la partie pliée et la partie droite. Le flambage local se produit notamment surtout sur les tuyaux extrêmement souples et de grand diamètre.

4.1 Résistance à la pression et durée de vie

La manifestation et l'ampleur de l'usure par frottement (cf. fig. 4.1.7) dépendent dans une large mesure de la pression, de la configuration de la tresse et de la présence éventuelle de lubrification ou d'une protection contre le frottement. À titre indicatif, pour les essais sous pression, la défaillance est due à la fatigue du tuyau ou de la tresse pour un nombre de cycles inférieur à 10 000 et à l'usure par frottement du tuyau pour un nombre de cycles supérieur à 200 000. Entre ces deux valeurs, les deux modes de défaillance se produisent.

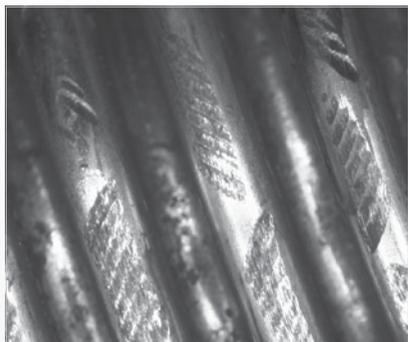


Fig. 4.1.7 Marques de frottement d'une tresse sur un tuyau onduleux

En raison de la diversité des modes de défaillance, un calcul mathématique de l'évaluation de la durée de vie n'est pas possible pour les tuyaux flexibles onduleux. Une évaluation approximative du comportement d'un tuyau dans une configuration différente de celle des conditions d'essai peut être obtenue par la comparaison de la courbe maximum de la ligne de courbure en essai et en service.

4.1 Résistance à la pression et durée de vie

Une amplification du rayon de courbure, une augmentation de la longueur du tuyau et une diminution de la pression peuvent généralement être considérées comme des éléments contribuant à l'allongement de la durée de vie. La figure 4.1.8 présente à titre d'exemple les résultats d'essai d'un tuyau flexible onduleux HYDRA RS 331 S12 DN 25. Pour un déplacement identique, le nombre de cycles endurés peut varier de 30 000 sous pression nominale à plusieurs millions en fonctionnement sans pression.

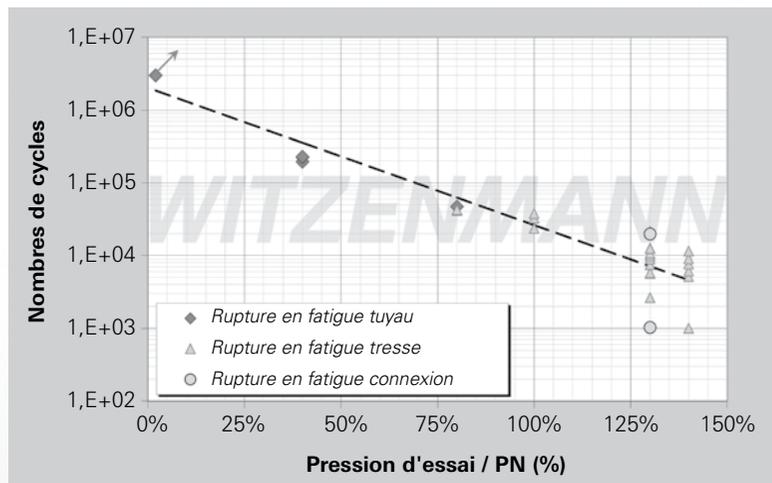


Fig. 4.1.8 Influence du rapport pression d'essai / pression nominale sur le nombre de cycles en test de fatigue en U.

4.2 Perte de charge et vibrations induites par l'écoulement

La perte de pression est une valeur de calcul importante dans la conception des tuyauteries pour le transport de Fluidex liquides ou gazeux. Les pertes de charge sont toujours plus grandes dans un flexible métallique que dans une tuyauterie lisse pour un volume et une vitesse de flux identiques et ceci en raison de la géométrie de l'ondulation.

La perte de charge est définie par la géométrie du tuyau, le fluide en écoulement et des conditions de flux. En fonction du nombre de Reynolds

$$Re = \frac{c \cdot d_i}{\nu} \quad (4.2.1)$$

les conditions de flux représentées schématiquement sur la figure 4.2.1 peuvent se produire dans les flexibles onduleux :

1. Régime laminaire – dans la partie cylindrique du tuyau, un courant central laminaire se forme, les ondes ne sont pas happées par ce courant
2. Régime turbulent – des tourbillons primaires et secondaires se forment dans les ondes, le courant central n'en est pas modifié (cf. fig. 4.2.2),
3. Régime haute vitesse – les fans de turbulence entre les sommets intérieurs des ondes entrent en interaction et influencent le courant central.

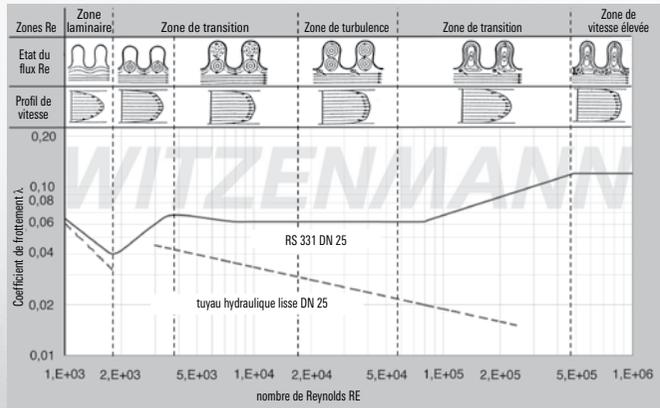


Fig. 4.2.1 Formation du courant et coefficient de frottement dans un tuyau flexible onduleux ou fonction du nombre de Reynolds (schéma)

4.2 Perte de charge et vibrations induites par l'écoulement

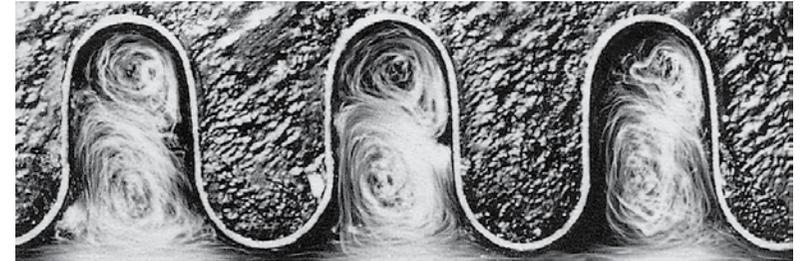


Fig. 4.2.2 Courant turbulent avec courant central non modifié et tourbillons primaires et secondaires dans les ondes d'un tuyau flexible onduleux

Pour une première approche, on peut supposer que la perte de charge dans les flexibles onduleux est en régime turbulent environ 2,5 fois et en régime haute vitesse environ 5,5 fois plus élevée que dans un tube d'acier soudé à l'état neuf. Pour compenser la différence de perte de charge, le diamètre intérieur du flexible onduleux doit être plus grand de 20 et 40 % respectivement par rapport à une conduite hydraulique lisse.

La perte de charge Δp peut être calculée par l'équation

$$\Delta p = \left(\lambda \frac{L_1}{d_i} + \zeta_b \right) \cdot \frac{\rho}{2} c^2 \quad (4.2.2)$$

Par convention :

λ = coefficient de frottement,

L_1 = longueur ondulée du tuyau,

d_i = diamètre intérieur du tuyau,

$\zeta_b = \zeta \frac{\alpha}{180^\circ}$ coefficient de résistance pour l'installation d'un tuyau cintré avec l'angle de courbure α ,

ρ = densité du fluide

c = vitesse d'écoulement.

4.2 Perte de charge et vibrations induites par l'écoulement

Les coefficients de frottement λ et les indices de résistance ζ pour un tuyau installé avec un angle de courbure de 180° ont été déterminés de manière expérimentale chez Witzemann. Pour les types de tuyaux les plus importants, ils sont représentés sur les figures 4.2.3 à 4.2.10 comme fonction du nombre de Reynolds (λ) ou comme fonction du rapport rayon de courbure $r /$ diamètre intérieur d_i du tuyau (ζ).

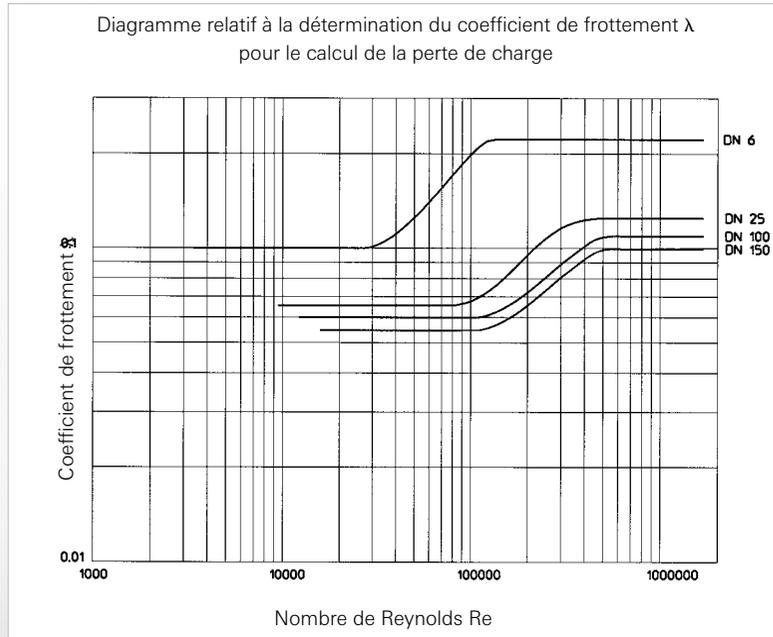


Fig. 4.2.3 Coefficient de frottement λ pour les tuyaux métalliques HYDRA RS 331/330

4.2 Perte de charge et vibrations induites par l'écoulement

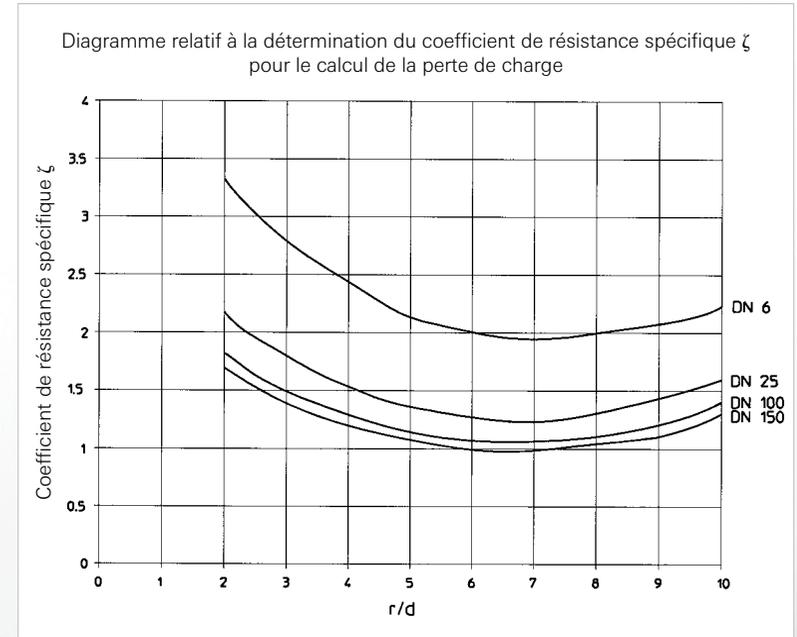


Fig. 4.2.4 Coefficient de résistance spécifique ζ pour les tuyaux métalliques HYDRA RS 331/330

4.2 Perte de charge et vibrations induites par l'écoulement

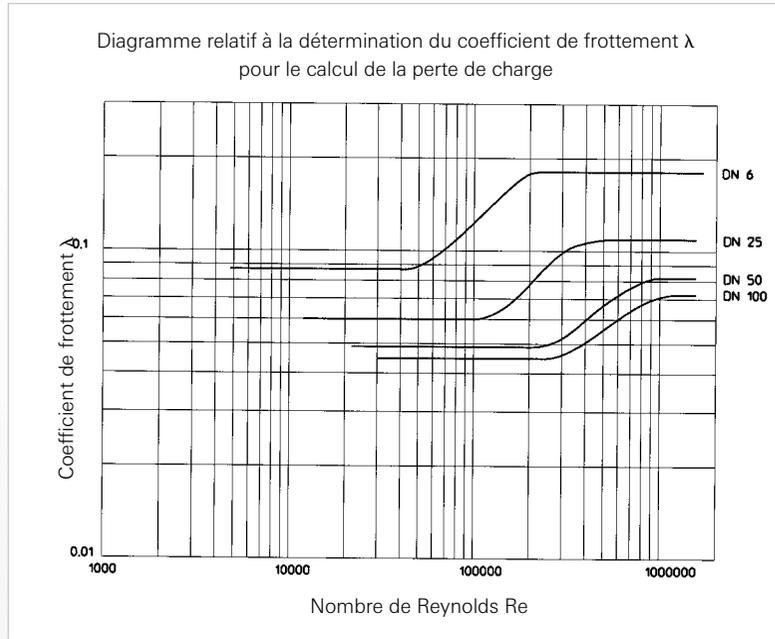


Fig. 4.2.5 Coefficient de frottement λ pour les tuyaux métalliques HYDRA RS 321

4.2 Perte de charge et vibrations induites par l'écoulement

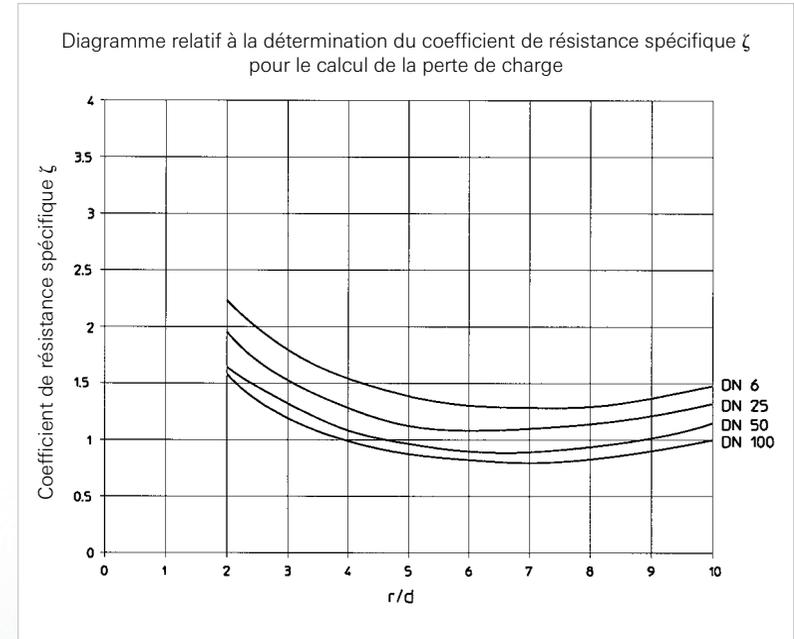


Fig. 4.2.6 Coefficient de résistance spécifique ζ pour les tuyaux métalliques HYDRA RS 321

4.2 Perte de charge et vibrations induites par l'écoulement

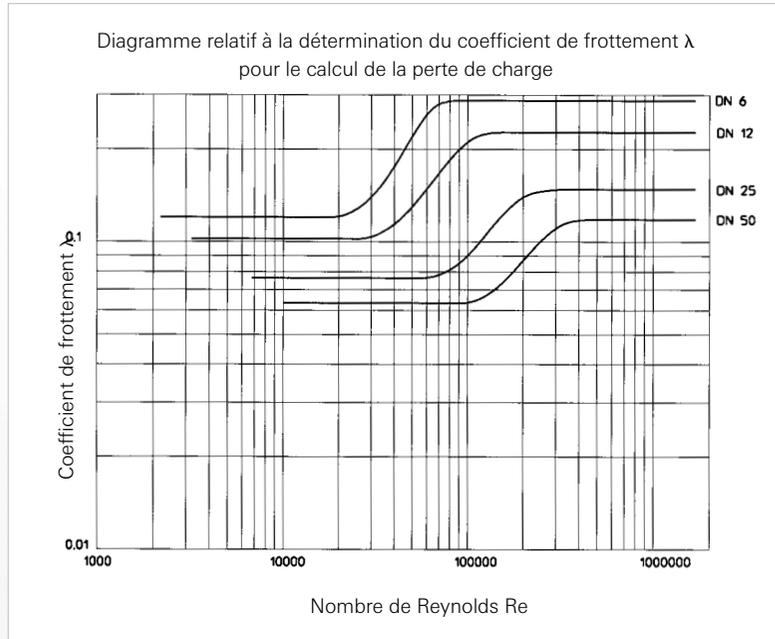


Fig. 4.2.7 Coefficient de frottement λ pour les tuyaux métalliques HYDRA RS 341

4.2 Perte de charge et vibrations induites par l'écoulement

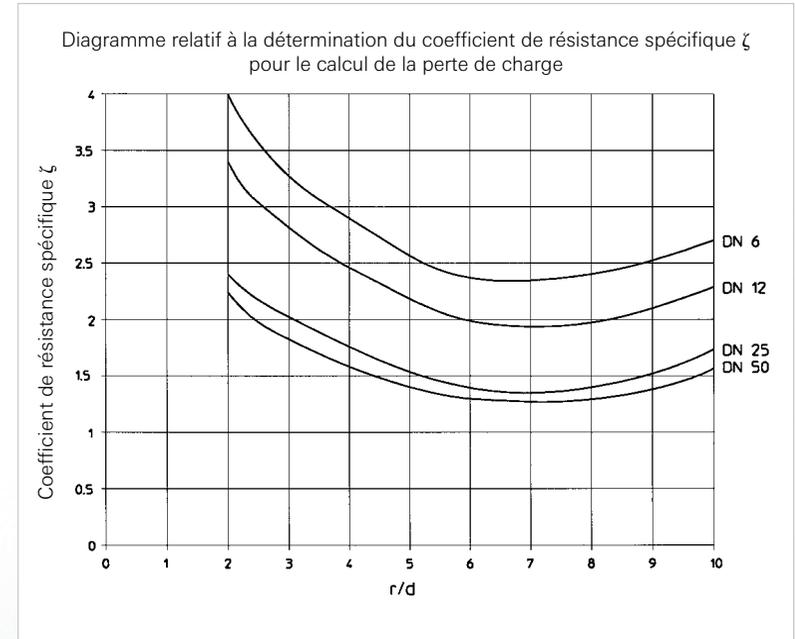


Fig. 4.2.8 Coefficient de résistance spécifique ζ pour les tuyaux métalliques HYDRA RS 341

4.2 Perte de charge et vibrations induites par l'écoulement

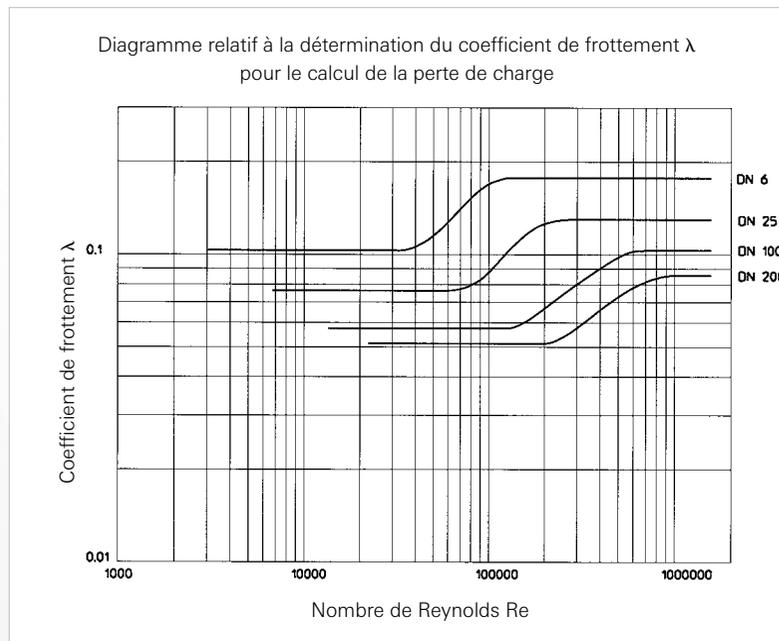


Fig. 4.2.9 Coefficient de frottement λ pour les tuyaux métalliques HYDRA RS 531/430

4.2 Perte de charge et vibrations induites par l'écoulement

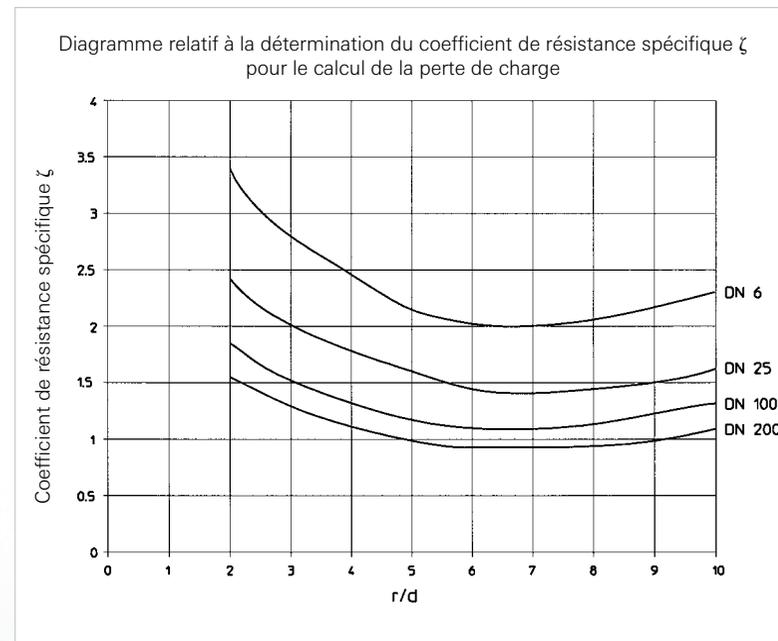


Fig. 4.2.10 Coefficient de résistance spécifique ζ pour les tuyaux métalliques HYDRA RS 531/430

4.2 Perte de charge et vibrations induites par l'écoulement

L'exemple de calcul suivant met en évidence la détermination de la perte de charge :

Fluide

Vecteur thermique organique

Vitesse d'écoulement : $c = 1 \text{ m/s}$

Température de service : $t = 300 \text{ °C}$

Densité à température de service : $\rho = 827 \text{ kg/m}^3$

Viscosité cinématique à température de service : $\nu = 0,5 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$

Conditions de montage

Type de flexible : RS 331 DN25

Diamètre intérieur du flexible : $d_i = 25,5 \text{ mm}$

Longueur du flexible : $l_f = 1300 \text{ mm}$

Angle de déviation : $\alpha = 90^\circ$

Rayon de courbure : $r = 260 \text{ mm}$

On recherche la perte de charge en Pa.

Résolution

- Détermination du nombre de Reynolds : $Re = \frac{c \cdot d_i}{\nu} = 51000$
- Relevé du coefficient de frottement $\lambda = 0.067$ et du coefficient de résistance $\zeta = 1,6$ sur les figures 4.2.3 et 4.2.4
- Calcul du coefficient de résistance: $\zeta_b = \zeta \frac{\alpha}{180^\circ} = 0,8$
- Calcul de la perte de charge : $p = \left(\lambda \frac{l_f}{d_i} + \zeta_b \right) \cdot \frac{\rho}{2} c^2 = 1743 \text{ Pascal}$

L'interaction du flux de fluide avec les ondes du tuyau peut engendrer une oscillation du flexible onduleux en direction axiale. Ces oscillations deviennent audibles et critiques si le tuyau est excité à sa fréquence propre par une combinaison défavorable de circonstances comprenant la vitesse d'écoulement, la longueur et l'élasticité du tuyau. Cela peut se produire à des vitesses d'écoulement se situant bien en deçà de la valeur de 5 m/s considérée comme critique par la norme DIN EN ISO 10380, en particulier dans le cas de tuyaux

4.2 Perte de charge et vibrations induites par l'écoulement

longs et de faible diamètre. Bien que les amplitudes d'oscillation ne s'élèvent qu'à quelques μm par onde, une telle sollicitation en oscillation peut également causer la défaillance du tuyau en raison des hautes fréquences et du grand nombre de cycles qui en découle. Dans ce cas, la rupture en fatigue se produit généralement sur le rebord extérieur.

4.3 Absorption de mouvements linéaires

Les formules décrites dans les chapitres 4.3 à 4.6 pour le calcul de la longueur de tuyau nécessaire à l'absorption du mouvement se rapportent chacune au diagramme d'installation correspondant. Les conditions réelles d'installation et de mouvement doivent impérativement y être respectées. Dans la mesure où les conditions d'installation ne divergent que très peu du diagramme, par ex. direction inverse du mouvement au niveau de l'arc à 90° , le calcul peut, en général, être modifié aisément, il suffit dans notre exemple d'inverser les bases de calcul.

Montage en U

Les tuyauteries métalliques flexibles sont de préférence montées en U lorsqu'il s'agit de compenser de grandes courses. Il peut s'agir de mouvements verticaux (figures 4.3.1 et 4.3.2) et/ou horizontaux (figure 4.3.3) dans le plan du U. Les mouvements perpendiculaires au plan du U ne sont pas admissibles. La torsion résultante causerait une défaillance rapide de la tuyauterie au niveau des points de serrage. La tuyauterie flexible sera installée de préférence verticalement. En effet, il est dans la plupart des cas nécessaire d'ajouter des supports dans un montage horizontal pour éviter que le tuyau ne s'affaisse. En fonction de la géométrie de l'installation, la longueur du flexible est calculée à l'aide des équations 4.3.1, 4.3.4 ou 4.3.7. Une surlongueur par rapport à la norme DIN EN ISO 10380 est déjà prévue afin de réduire la sollicitation en flexion au niveau des raccords. L'extrémité fixe du flexible doit se trouver au Fluide du mouvement de course. Si l'installation est asymétrique, il faut choisir une plus grande longueur de tuyau. Le nombre de cycles dépend de la direction du mouvement, du rayon de courbure et de la pression de service de la conduite flexible. Lorsque la course est parallèle aux flancs du U, les tuyauteries flexibles HYDRA atteignent 10 000 cycles conformément à la norme DIN EN ISO 10380 pour les rayons de courbure nominaux ($r = r_N$) et les pressions de service nominales indiqués dans le tableau 4.1.1. Le montage en U ne convient pas aux sollicitations cycliques à haute fréquence.

Déplacement parallèle aux flancs de l'arc en U

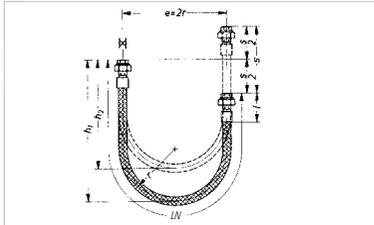


Fig. 4.3.1 Absorption de mouvements verticaux en configuration en arc en U vertical

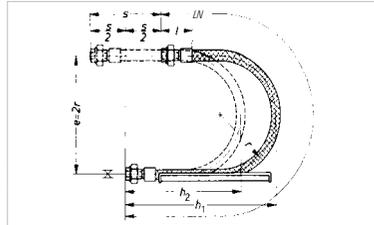


Fig. 4.3.2 Absorption de mouvements horizontaux en configuration en arc en U horizontal

Longueur nominale du tuyau : (4.3.1)

$$LN = 4 \cdot r + \frac{s}{2} + 2 \cdot l$$

Hauteur maximale de l'arc en U : (4.3.2)

$$h_1 = \left(3 - \frac{\pi}{2}\right) \cdot r + \frac{s}{2} + l = 1,43 \cdot r + \frac{s}{2} + l$$

Hauteur minimale de l'arc en U : (4.3.3)

$$h_2 = \left(3 - \frac{\pi}{2}\right) \cdot r + l = 1,43 \cdot r + l$$

Déplacement perpendiculaire aux flancs de l'arc en U

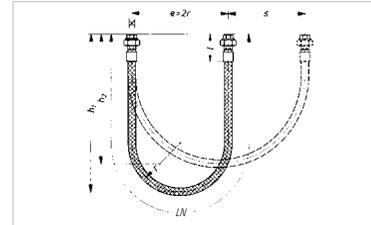


Fig. 4.3.3 Absorption de mouvements horizontaux en configuration en arc en U vertical

Longueur nominale du tuyau : (4.3.4)

$$LN = 4 \cdot r + \frac{\pi}{2} \cdot s + 2 \cdot l = 4 \cdot r + 1,57 \cdot s + 2 \cdot l$$

Hauteur maximale de l'arc en U : (4.3.5)

$$h_1 = \left(3 - \frac{\pi}{2}\right) \cdot r + \frac{\pi}{2} \cdot s + l = 1,43 \cdot r + 0,785 \cdot s + l$$

Hauteur minimale de l'arc en U : (4.3.6)

$$h_2 = \left(3 - \frac{\pi}{2}\right) \cdot r + \frac{s}{2} + l = 1,43 \cdot r + 0,5 \cdot s + l$$

Mouvement combiné

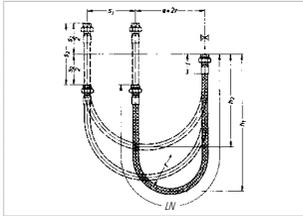


Fig. 4.3.4 Absorption de mouvements horizontaux et verticaux en configuration arc en U vertical

Longueur nominale du tuyau : (4.3.7)

$$LN = 4 \cdot r + \frac{\pi}{2} \cdot s_1 + \frac{s_2}{2} + 2 \cdot l = 4 \cdot r + 1,57 \cdot s_1 + 0,5 \cdot s_2 + 2 \cdot l$$

Hauteur maximale de l'arc en U : (4.3.8)

$$h_1 = \left(3 - \frac{\pi}{2}\right) \cdot r + \frac{\pi}{4} \cdot s_1 + \frac{s_2}{2} + l = 1,43 \cdot r + 0,785 \cdot s_1 + 0,5 \cdot s_2 + l$$

Hauteur minimale de l'arc en U : (4.3.9)

$$h_1 = \left(3 - \frac{\pi}{2}\right) \cdot r + \frac{s_1}{2} + l = 1,43 \cdot r + 0,5 \cdot s_1 + l$$

L'exemple suivant illustre l'application des équations 4.3.1 à 4.3.9 : un tuyau onduleux de type RS 331 L12, DN 25, avec raccord vissé à chaque extrémité, avec joint conique de type QB02S doit être monté en configuration arc en U vertical pour absorber des mouvements horizontaux. On recherche la longueur nominale du tuyau :

Les dimensions sont : $LN = 4 \cdot r + \frac{s}{2} + 2 \cdot l$
 Rayon de courbure : $r = 190 \text{ mm}$,
 Course totale : $s = 320 \text{ mm}$, $LN = 4 \cdot 190 \text{ mm} + 0,5 \cdot 320 \text{ mm} +$
 Longueur des raccords : $l = 88 \text{ mm}$ $2 \cdot 88 \text{ mm}$

La longueur minimale est définie par l'équation 4.3.1 : $LN = 1096 \text{ mm} \approx 1100 \text{ mm}$

Les tuyauteries flexibles métalliques peuvent servir à compenser les dilatations thermiques. La configuration de montage dépend de l'importance de la dilatation thermique et de l'espace disponible sur le site. Les configurations d'installation privilégiées sont en général les montages en arc à 90° (figures 4.4.2 et 4.4.3), et, de manière plus limitée, le montage latéral (figure 4.4.1). En raison de la fréquence relativement moindre de la dilatation thermique, la configuration en arc à 180° est rarement utilisée ici.

Quelle que soit la configuration de montage, les points fixes et les guides tubes doivent être placés directement au niveau des extrémités de la conduite. Pour la compensation de dilatations thermiques, la durée de vie est estimée en général à 1 000 cycles (20 années de service, arrêt et mise en marche hebdomadaires de l'installation). Les configurations de montage présentées ici ne conviennent pas aux sollicitations cycliques à haute fréquence.

Absorption de dilatation latérale

Les tuyauteries flexibles métalliques peuvent absorber des dilatations peu importantes à angle droit par rapport à leur axe. Pour des raisons de symétrie, la conduite doit être pré-contraînte de la moitié de la dilatation attendue ($\frac{1}{2} s$).

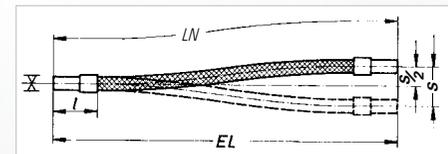


Fig. 4.4.1 Absorption de mouvements latéraux par une conduite flexible

La longueur des flexibles doit être dimensionnée correctement. Une longueur nominale trop courte conduirait à des contraintes en traction importantes en fin de course et de ce fait à une moins grande longévité de la conduite flexible. La longueur nominale peut être calculée à partir des formules suivantes :

$$LN = \sqrt{(10 \cdot r_n \cdot s)} + 2 \cdot l \quad (4.4.1 \text{ a})$$

$$LN = 3 \cdot s + 2 \cdot l \quad (4.4.1 \text{ b})$$

4.4 Absorption de dilatations thermiques

La valeur la plus grande obtenue par l'une de ces deux formules doit être retenue. La valeur du tableau 4.1.1. ou du chapitre 6.3 sera utilisée pour le rayon de courbure nominal r_n . La longueur d'installation de la conduite flexible doit être plus courte d'environ 0,5% par rapport à la longueur nominale afin de limiter les contraintes en traction en fin de course.

$$EL \approx 0,995 \cdot LN \quad (4.4.2)$$

Une longueur d'installation trop courte est dommageable car la tresse peut se dissocier du tuyau en position médiane. Cela peut produire un flambage local ou réduire la résistance à la pression de la conduite flexible.

Les conduites métalliques flexibles HYDRA (jusqu'à DN 100) peuvent être installées en configuration latérale avec des fréquences de mouvement peu importantes pour une absorption de mouvements de l'ordre de max. $\frac{s}{2} = 100$ mm.

Absorption de dilatation en montage en arc à 90°

Cette configuration d'installation est appropriée lorsque le tracé de la tuyauterie comporte déjà des coudes à 90° au niveau d'angles ou d'étages. Le sens de dilatation et l'arc du tuyau doivent se trouver dans le même plan afin d'éviter des contraintes de torsion. Pour les absorptions de dilatation unilatérale, le conduit à compenser doit être guidé dans la direction de l'axe de manière à prévenir tout mouvement latéral. Un (léger) point fixe est à placer sur la tuyauterie à proximité immédiate de l'extrémité de la conduite flexible. Si des dilatations doivent être compensées dans deux directions, il faut fixer des guides tubes sur les deux extrémités de la conduite flexible afin de garantir que les dilatations à absorber se trouvent bien à angle droit l'une par rapport à l'autre.

Pour des raisons de symétrie, la conduite doit être pré-contrainte de la moitié de la dilatation attendue ($\frac{1}{2}$ s).

Afin de définir la longueur nominale de la conduite flexible en montage en arc à 90°, il faut d'abord identifier l'angle de courbure. Pour ce faire, l'équation par approximation linéaire est notée

$$\alpha = \arccos \left(1 - \frac{s}{2r} \right) \quad (4.4.3)$$

4.4 Absorption de dilatations thermiques

Les angles effectifs α sont légèrement inférieurs et peuvent être lus sur le tableau 4.4.1 comme fonction de s/r . L'angle de courbure ne doit pas dépasser 60° pour une absorption de dilatation unilatérale et 45° pour une absorption de mouvement bilatérale. Si ces angles de courbure critiques sont atteints, il est nécessaire d'agrandir le rayon de courbure et de recommencer le calcul.

Absorption de dilatation unilatérale en montage en arc à 90°

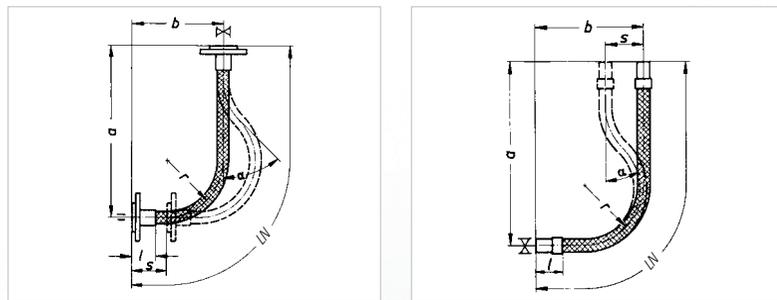


Fig. 4.4.2 Absorption de mouvements unilatéraux par une conduite flexible en montage en arc à 90°

Avec l'angle de courbure α , il résulte pour l'absorption de dilatation unilatérale figurée en 4.4.2 la longueur nominale :

$$LN = 2 \cdot r \cdot \alpha + \frac{\pi}{2} \cdot r + 2 \cdot l = 0,035 \cdot r \cdot \alpha [^\circ] + 1,57 \cdot r + 2 \cdot l \quad (4.4.4)$$

et la longueur de montage :

$$a = r \cdot (1 + 2 \cdot \sin \alpha) + l \quad (4.4.5)$$

$$b = r \cdot (1 + 2 \cdot \alpha - \sin \alpha) + l = r \cdot (1 + 0,035 \cdot \alpha [^\circ] - 2 \cdot \sin \alpha) + l \quad (4.4.6)$$

Absorption de dilatation bilatérale en montage en arc à 90°

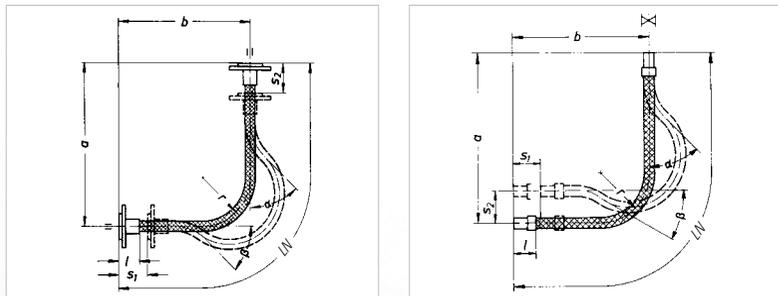


Fig. 4.4.3 Absorption de dilatation bilatérale en montage en arc à 90°

De manière analogue, il résulte pour une absorption de dilatation bilatérale (4.4.3) :

$$LN = 2 \cdot r \cdot (\alpha + \beta) + \frac{\pi}{2} \cdot r + 2 \cdot l = 0,035 \cdot r \cdot (\alpha [^\circ] + \beta [^\circ]) + 1,57 \cdot r + 2 \cdot l \quad (4.4.7)$$

$$a = r \cdot (1 + 2 \cdot \sin \alpha + 2 \cdot \beta - 2 \cdot \sin \beta) + l = r \cdot (1 + 2 \cdot \sin \alpha + 0,035 \cdot \beta [^\circ] - 2 \cdot \sin \beta) + l \quad (4.4.8)$$

$$b = r \cdot (1 + 2 \cdot \sin \beta + 2 \cdot \alpha - 2 \cdot \sin \alpha) + l = r \cdot (1 + 2 \cdot \sin \beta + 0,035 \cdot \alpha [^\circ] - 2 \cdot \sin \alpha) + l \quad (4.4.9)$$

0° - 30°

Angle de courbure	Absorption de dilatation Rayon de courbure = $\frac{S}{r}$			
	Min.	0'	30'	60'
Degré				
0	0,00	0,0001	0,0003	
1	0,0003	0,0007	0,0012	
2	0,0012	0,0019	0,0028	
3	0,0028	0,0038	0,0050	
4	0,0050	0,0063	0,0078	
5	0,0078	0,0095	0,0113	
6	0,0113	0,0133	0,0155	
7	0,0155	0,0179	0,0204	
8	0,0204	0,0231	0,0259	
9	0,0259	0,0289	0,0322	
10	0,0322	0,0355	0,0391	
11	0,0391	0,0428	0,0468	
12	0,0468	0,0509	0,0551	
13	0,0551	0,0596	0,0643	
14	0,0643	0,0690	0,0741	
15	0,0741	0,0793	0,0847	
16	0,0847	0,0903	0,0961	
17	0,0961	0,1020	0,1082	
18	0,1082	0,1145	0,1211	
19	0,1211	0,1278	0,1347	
20	0,1347	0,1418	0,1491	
21	0,1491	0,1567	0,1644	
22	0,1644	0,1723	0,1804	
23	0,1804	0,1887	0,1972	
24	0,1972	0,2059	0,2148	
25	0,2148	0,2239	0,2332	
26	0,2332	0,2428	0,2525	
27	0,2525	0,2624	0,2725	
28	0,2725	0,2829	0,2934	
29	0,2934	0,3042	0,3151	

30° - 60°

Angle de courbure	Absorption de dilatation Rayon de courbure = $\frac{S}{r}$			
	Min.	0'	30'	60'
Degré				
30	0,3151	0,3263	0,3377	
31	0,3377	0,3493	0,3611	
32	0,3611	0,3731	0,3853	
33	0,3853	0,3977	0,4104	
34	0,4104	0,4232	0,4363	
35	0,4363	0,4495	0,463	
36	0,463	0,4767	0,4906	
37	0,4906	0,5048	0,5191	
38	0,5191	0,5337	0,5484	
39	0,5484	0,5634	0,5786	
40	0,5786	0,594	0,6096	
41	0,6096	0,6255	0,6415	
42	0,6415	0,6578	0,6743	
43	0,6743	0,691	0,7079	
44	0,7079	0,725	0,7424	
45	0,7424	0,7599	0,7777	
46	0,7777	0,7957	0,8139	
47	0,8139	0,8323	0,851	
48	0,851	0,8698	0,8889	
49	0,8889	0,9082	0,9277	
50	0,9277	0,9474	0,9673	
51	0,9673	0,9874	1,0078	
52	1,0078	1,0284	1,0491	
53	1,0491	1,0701	1,0914	
54	1,0914	1,1128	1,1344	
55	1,1344	1,1563	1,1783	
56	1,1783	1,2006	1,223	
57	1,223	1,2457	1,2686	
58	1,2686	1,2918	1,315	
59	1,315	1,3386	1,3623	

Tableau 4.4.1 Détermination de l'angle de courbure pour le calcul d'arcs à 90° conçus pour l'absorption de dilatation.

Exemple de calcul

Un flexible onduleux de type RS 331 L12, DN 25 en inox, muni à chaque extrémité de raccords à souder de type UA12S en tube d'acier, doit être installé en arc à 90° pour absorber des dilatations thermiques dans deux directions. On a les éléments suivants :

Rayon de courbure : $r = 190 \text{ mm}$,
 Course horizontale : $s_1 = 78 \text{ mm}$,
 Course verticale : $s_2 = 48 \text{ mm}$,
 Longueur des embouts à souder : $l = 83 \text{ mm}$.

À l'aide des valeurs $s_1/r = 0,411$ et $s_2/r = 0,252$, on peut relever les angles de courbure dans le tableau 4.4.1. Il résulterait de calcul selon l'équation 4.4.3 des angles légèrement supérieurs comme indiqués entre parenthèses.

Angle de courbure vertical : $\alpha = 34^\circ (37^\circ)$
 Angle de courbure horizontal : $\beta = 27^\circ (29^\circ)$

La longueur nominale est calculée selon l'équation 4.4.7 :

$$LN = 0,035 \frac{\text{rad}}{^\circ} \cdot 190 \text{ mm} \cdot (34^\circ + 27^\circ) + 1,57 \cdot 190 \text{ mm} + 2 \cdot 83 \text{ mm} = 870 \text{ mm}$$

la longueur de montage est calculée selon les équations 4.4.8 et 4.4.9 :

$$a = 190 \text{ mm} \cdot \left(1 + 2 \sin 34^\circ + 0,035 \frac{\text{rad}}{^\circ} \cdot 27^\circ - 2 \cdot \sin 27^\circ \right) + 83 \text{ mm} = 492 \text{ mm}$$

$$b = 190 \text{ mm} \cdot \left(1 + 2 \sin 27^\circ + 0,035 \frac{\text{rad}}{^\circ} \cdot 34^\circ - 2 \cdot \sin 34^\circ \right) + 83 \text{ mm} = 459 \text{ mm}$$

Les tuyauteries flexibles métalliques peuvent servir à l'équilibrage statique de tolérances de montage. En cas de défaut d'alignement parallèle des conduits, l'installation peut s'effectuer selon la configuration en S présentée sur la figure 4.5.1. Les longueurs nominale et de montage peuvent être calculées à partir de la grandeur du décalage de l'axe a , du rayon de courbure minimal admissible r et de l'angle de courbure α .

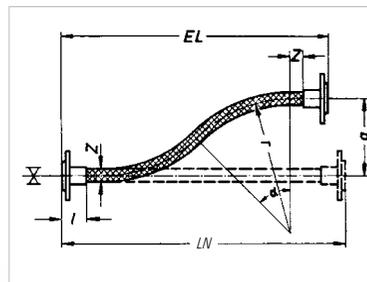


Fig. 4.5.1 Montage en S d'une conduite flexible pour l'équilibrage statique d'un défaut d'alignement parallèle

$$\alpha = \arccos \left(1 - \frac{a}{2 \cdot r} \right) \quad (4.5.1)$$

$$LN = 2 \cdot (r \cdot \alpha + l + z) = 0,035 \cdot r \cdot \alpha [^\circ] + 2 \cdot (l+z) \quad (4.5.2)$$

$$EL = 2 \cdot (r \cdot \sin \alpha + l + z) \quad (4.5.3)$$

Les angles de courbure ne doivent pas excéder $> 60^\circ$. Pour des angles de courbure excédant $> 45^\circ$, les formules suivantes sont utilisées pour les tuyaux tressés :

$$LN = 2,680 \cdot a + 2 (l + z) \quad (4.5.4)$$

et

$$EL = 2,414 \cdot a + 2 (l + z) \quad (4.5.5)$$

4.5 Compensation de tolérances de montage et de défaut d'alignement des conduits

Afin d'atténuer la sollicitation sur le tuyau, il est cependant conseillé d'éviter les angles de courbure > 45° et d'utiliser dans ce cas des conduites flexibles plus longues avec un rayon de courbure plus grand. L'extrémité neutre z du tuyau a pour fonction de réduire la contrainte sur le tuyau au niveau de la connexion sur les raccords. Lors du montage, il faut donc veiller à ne pas plier la conduite flexible à proximité directe des raccords. Pour les tuyaux de grande dimension ou lorsque le défaut d'alignement est important, il est recommandé de pré-cintrer la conduite flexible dans la forme voulue avant le montage. La longueur de l'extrémité neutre (z) du tuyau doit être au moins égale au diamètre extérieur de la conduite flexible.

Les équations 4.5.2. et 4.5.3 déterminent des longueurs de tuyau très courtes. Ces conduites flexibles ne conviennent donc pas lorsqu'il s'agit d'absorber des mouvements répétitifs. Pour l'absorption de vibrations ou de mouvements en service, il convient d'utiliser les configurations de montage présentées aux chapitres 4.3, 4.4 ou 4.6.

4.6 Absorption de vibrations

Outre les éliminateurs de vibrations HYDRA décrits au chapitre 3.1, des tuyaux flexibles standard montées en arc à 90° (DN 10 à DN 100) ou avec un angle à 90° (DN 125 à DN 200) peuvent être utilisées pour l'absorption de vibrations et l'atténuation des bruits qui en découlent. Dans tous les cas, il faut prévoir un point fixe directement derrière le tuyau.

La figure 4.6.1 présente les différentes configurations d'installation possibles. Les flexibles montés en arc à 90° absorbent les vibrations, quelle que soit leur orientation dans le plan du tuyau.

Le tableau 4.6.1 fournit les cotes de montage des flexibles standard pour l'amortissement des vibrations. Elles ont été déterminées de façon empirique et sélectionnées de manière à tolérer des amplitudes de ± 1 mm en fonctionnement continu et de ± 5 mm (DN ≤ 16) ainsi que ± 10 mm (DN > 16) en mode démarrage / arrêt. En raison des faibles désalignements, les rayons de l'arc à 90° indiqués dans le tableau 4.6.1 sont nettement inférieurs aux rayons nominaux pour l'absorption de mouvement préconisés au chapitre 6.3.

4.6 Absorption de vibrations

Le rapport entre le rayon r, la longueur nominale l et la longueur de montage a pour l'arc à 90° se calcule comme suit :

$$LN = 2,3 \cdot r + 2 \cdot l \quad (4.6.1)$$

et

$$a = 1,365 \cdot r + l \quad (4.6.2)$$

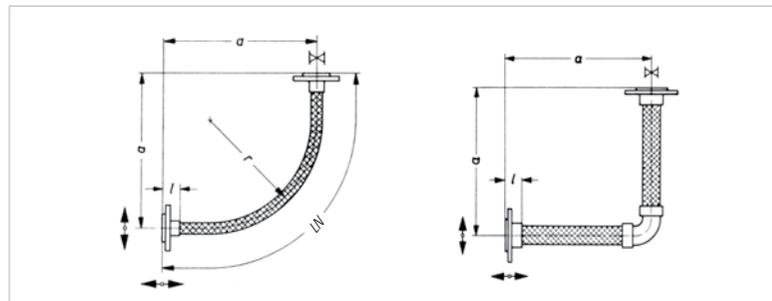


Fig. 4.6.1 Flexibles métalliques pour absorption de vibrations : flexible onduleux en arc à 90° (à gauche), flexible onduleux en angle à 90° (à droite).

	Montage en arc à 90°										Montage en angle à 90°			
	RS 331										RS 330			
DN	10	12	16	20	25	32	40	50	65	80	100	125	150	200
r	80	90	110	150	170	200	240	280	300	350	400	-	-	-
a	155	170	200	255	285	340	400	460	490	575	635	700	800	-
l _{max}	50	50	50	50	55	70	75	80	80	95	95	120	130	-
LN	280	300	350	450	500	600	700	800	850	1000	1100	-	-	-
	RS 531			RS 430						RS 430				
	r	140	160	180	230	260	290	310	360	400	470	580	-	-
a	255	285	315	375	405	460	520	580	635	750	875	850	1000	1150
l _{max}	55	60	60	60	60	70	80	85	90	95	95	120	130	140
LN	450	500	550	650	700	800	900	1000	1100	1300	1500	-	-	-

Tableau 4.6.1 Cotes de montage des flexibles métalliques pour l'absorption de vibrations

Lorsque les exigences d'étanchéité sont minimales, les flexibles agrafés conviennent également très bien pour l'absorption de vibrations. Grâce au frottement entre les spires, ils présentent de bonnes propriétés d'amortissement.

4.7 Instructions d'installation et de montage

Lorsque le montage est effectué correctement et l'usage conforme à la destination prévue, les tuyaux flexibles sont des produits durables, robustes et pratiquement sans entretien. Les sollicitations dynamiques telles que les mouvements et les vibrations, mais aussi les pulsations et les coups de bélier peuvent réduire la durée de vie. Les tuyaux flexibles doivent être soumis régulièrement à un contrôle visuel par l'utilisateur. Il faut notamment surveiller la présence éventuelle de dommages tels que flambage, rupture de tresse, corrosion et salissures.

Les informations suivantes sont destinées à prévoir les erreurs d'installation et l'endommagement des tuyauteries flexibles causés par une manipulation inappropriée.

Manipulation et montage (figures 4.7.1 à 4.7.6)

Le fabricant du tuyau flexible procède en général à un contrôle de pression et d'étanchéité.

Les tuyaux flexibles doivent être contrôlés avant le montage afin de détecter tout dommage éventuel, dû par ex. au transport. Ne pas installer de tuyaux flexibles défectueux.

Effectuer un test de pression avant la mise en service de toute conduite fixe, c.-à-d. pour laquelle le branchement et le débranchement ne relèvent pas du fonctionnement standard. Ceci vaut également lors d'une remise en service après montage, extension et/ou modification de tout ou partie de la conduite. Dans tous les cas, respecter scrupuleusement les consignes de sécurité relatives à l'application concernée.

Ne pas dépasser les valeurs admissibles pour la pression de service, la pression d'essai et la température de service. N'appliquer la pression d'essai qu'à température ambiante. Un fonctionnement sûr suppose le respect des conditions mentionnées dans la confirmation de commande.

L'isolation ne doit pas restreindre la liberté de mouvement de la conduite flexible. Le matériau isolant ne doit pas contenir d'éléments corrosifs.

Protéger les conduites flexibles des salissures trop importantes.

4.7 Instructions d'installation et de montage

Les conduites flexibles doivent être soumises régulièrement à un contrôle visuel par l'utilisateur. Il faut notamment surveiller la présence éventuelle de dommages tels que flambage, rupture de tresse, salissures et corrosion.

Ne pas laisser en service des conduites flexibles présentant des défauts apparents.

Protéger les tuyaux flexibles des dommages mécaniques extérieurs. Lors de la mise en place, les tuyaux flexibles doivent être déroulés.

Ils ne doivent pas être traînés sur le sol ou sur des angles tranchants. En tirant sur une des extrémités d'un tuyau enroulé, on risque en effet de passer en deçà de son rayon de courbure minimum et/ou de générer des contraintes de torsion (fig. 4.7.1).

Si des sollicitations mécaniques extérieures, par ex. un frottement régulier sur le sol, ne peuvent être évitées, il est indispensable de protéger la conduite flexible par une spire en fil rond ou une gaine assurant une protection adéquate à la sollicitation exercée (fig. 4.7.2).

Les conduites flexibles doivent être installées de manière à ce qu'elles n'entrent en contact ni entre elles, ni avec d'autres éléments environnants pendant le fonctionnement (fig. 4.7.3).

Le tuyau ne doit pas être monté avec une flexion en deçà de son rayon de courbure minimum admissible. Utiliser des poulies ou des raccords coulés afin d'éviter une flexion locale en deçà du rayon de courbure minimum admissible (fig. 4.7.4).

Éviter la torsion car elle peut conduire à une défaillance prématurée. Pour assurer un montage sans torsion, fixer la conduite dans un premier temps seulement sur une extrémité, l'autre extrémité restant libre. Effectuer ensuite 2 ou 3 cycles de mouvement sans pression afin que la conduite prenne sa position sans torsion. Une fois cette opération effectuée, la deuxième extrémité de la conduite peut alors être fixée.

4.7 Instructions d'installation et de montage

Fixer les contre-bridés en serrant de manière uniforme et transversale. Les trous de vis doivent être parfaitement alignés. Utiliser une bride tournante sur un des côtés (fig. 4.7.5, à gauche).

Les raccords soudés tournants doivent être maintenus par une deuxième clé pendant le montage (fig. 4.7.5, à droite).

Lors du soudage ou du brasage, protéger les conduites flexibles contre les bavures de soudage ou de flux. Les restes de flux doivent être enlevés. Éviter absolument tout court-circuit causé par les électrodes de soudage ou le câble de mise à la terre car cela risque d'endommager le tuyau.

Dans le cas de conduites flexibles avec embouts intérieurs à braser, les embouts doivent être protégés contre une chaleur excessive par du ruban humide ou de la pâte isolante. Prendre soin de tenir le brûleur à distance de la conduite flexible (fig. 4.7.6).

Les points fixes et les guides tubes doivent être placés directement au niveau des extrémités de la tuyauterie.

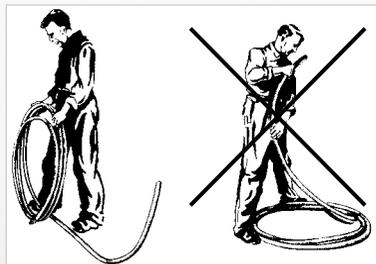


Fig. 4.7.1 Mise en place correcte (à gauche) et incorrecte (à droite) d'une conduite flexible

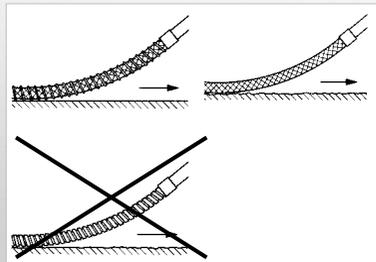


Fig. 4.7.2 Protection extérieure par spire en fil rond ou gaine pour conduites flexibles soumises à d'importantes sollicitations mécaniques (en haut) et utilisation inappropriée d'une conduite non protégée (en bas)

4.7 Instructions d'installation et de montage

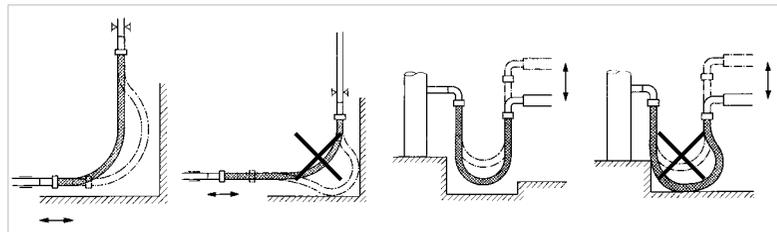


Fig. 4.7.3 Installation sans risque de collision (partie gauche de l'illustration) et installation incorrecte (partie droite) d'une conduite flexible

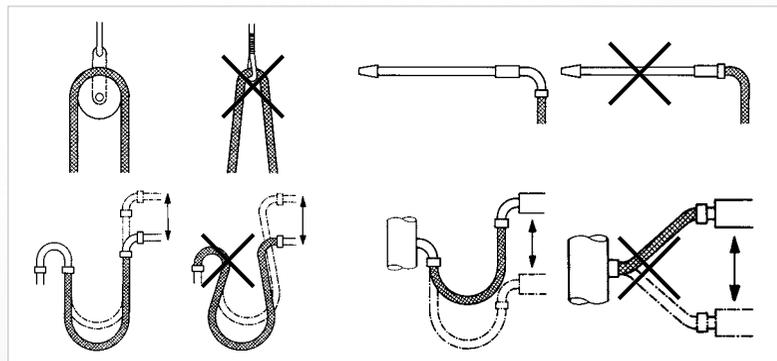


Fig. 4.7.4 Poulies ou raccords coudés rigides permettant d'éviter des rayons de courbure trop faibles (partie gauche de l'illustration) et installation incorrecte (partie droite)

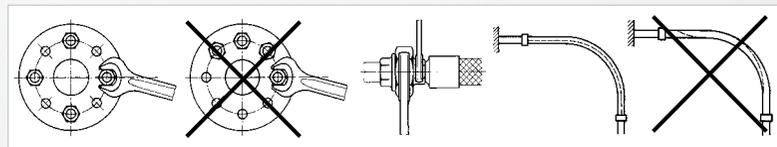


Fig. 4.7.5 Montage sans torsion (partie gauche de l'illustration) et montage incorrect (partie droite) de la bride de raccordement

4.7 Instructions d'installation et de montage

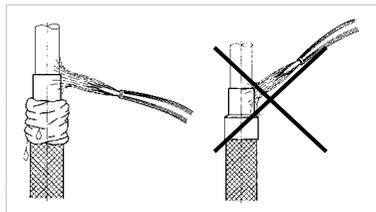


Fig. 4.76 Brasage correct (à gauche) et incorrect (à droite) d'un flexible

Absorption de dilatations et/ou de mouvements (figures 4.7.7 à 4.7.10)

L'absorption de dilatation axiale n'est pas permise. Pour l'absorption de grands mouvements, configurer l'installation en arc à 180°, pour la dilatation (petits mouvements), il est possible d'installer la conduite flexible en arc à 90° ou d'utiliser une absorption de mouvement latérale (fig. 4.7.7)

L'axe du tuyau et le sens du mouvement doivent se trouver dans le même plan afin d'éviter la torsion (fig. 4.7.8).

La conduite flexible doit être suffisamment longue pour éviter de passer en deçà du rayon de courbure minimum admissible au niveau des points de fixation (fig. 4.7.9).

Monter les conduites pour absorption de dilatation latérale perpendiculairement au sens de la dilatation et les pré-contraindre de la moitié de la dilatation attendue (fig. 4.7.10). Les conduites flexibles doivent être conçues avec une longueur suffisante afin d'éviter les contraintes en torsion en fin de course. Pour les dilatations/mouvements plus importants, monter la conduite flexible en arc à 90° ou à 180°.

4.7 Instructions d'installation et de montage

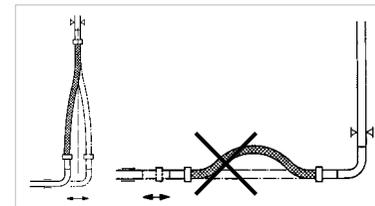
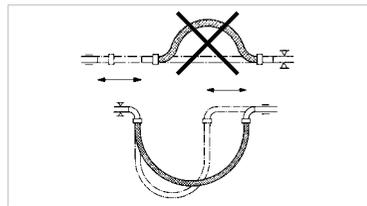


Fig. 4.77 Absorption correcte de mouvement en arc en U ou en montage latéral (partie gauche de l'illustration) et installation non permise avec absorption axiale de mouvement (partie droite)

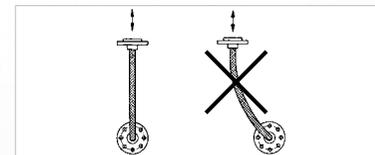
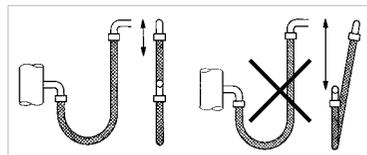


Fig. 4.78 Déplacement de la conduite flexible sans (partie gauche de l'illustration) et avec sollicitation en torsion (partie droite)

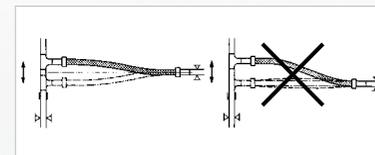
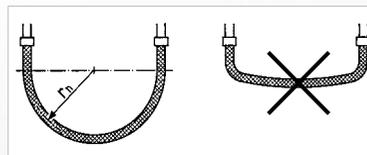


fig. 4.79 Longueur suffisante (à gauche) et conduite trop courte (à droite) en configuration en arc à 180°

Fig. 4.7.10 Absorption de dilatation latérale avec conduite pré-contrainte correctement (à gauche) et montage inapproprié (à droite)

4.7 Instructions d'installation et de montage

Compensation de défaut d'alignement (fig. 4.7.11)

Les conduites flexibles installées pour la compensation de défaut d'alignement doivent être montées sans contrainte mécanique et avec des extrémités neutres suffisamment longues. La conduite flexible ne doit pas présenter de courbure trop importante ou être tendue.

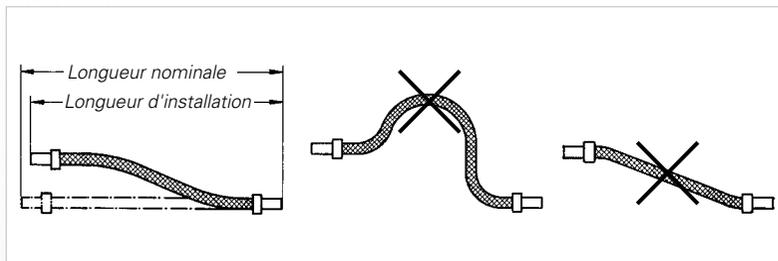


Fig. 4.7.11 Longueur minimale correcte (à gauche), trop grande (au Fluide) et trop petite (à droite) d'une conduite flexible pour la compensation de défaut d'alignement

Absorption de vibrations (figures 4.7.12 et 4.7.13)

La conduite flexible doit être installée au plus près du groupe générateur de vibrations.

Le sens des vibrations doit être perpendiculaire à l'axe du flexible (éliminateur de vibration HYDRA) ou dans le plan de l'arc ou de l'angle à 90° formé par la conduite flexible (fig. 4.7.12).

Sélectionner la longueur et les dimensions d'installation de manière à ce que la conduite flexible puisse être montée sans contrainte et qu'un arc ou un angle à 90° soit formé (fig. 4.7.13).

Pour que la conduite flexible absorbe les vibrations, il faut prévoir un point fixe sur la tuyauterie adjacente. La conduite flexible ne doit pas supporter le poids de la tuyauterie.

4.7 Instructions d'installation et de montage

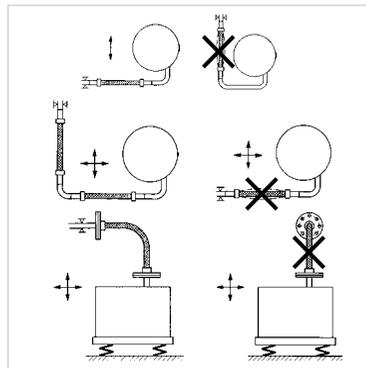


Fig. 4.7.12 Installation en position adaptée (partie gauche de l'illustration) et inadaptée (partie droite) de conduites flexibles pour l'absorption de vibrations

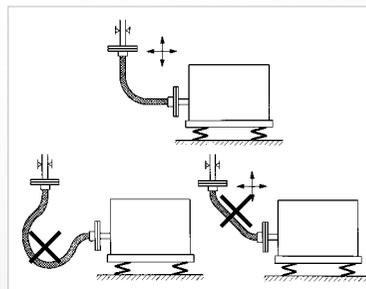
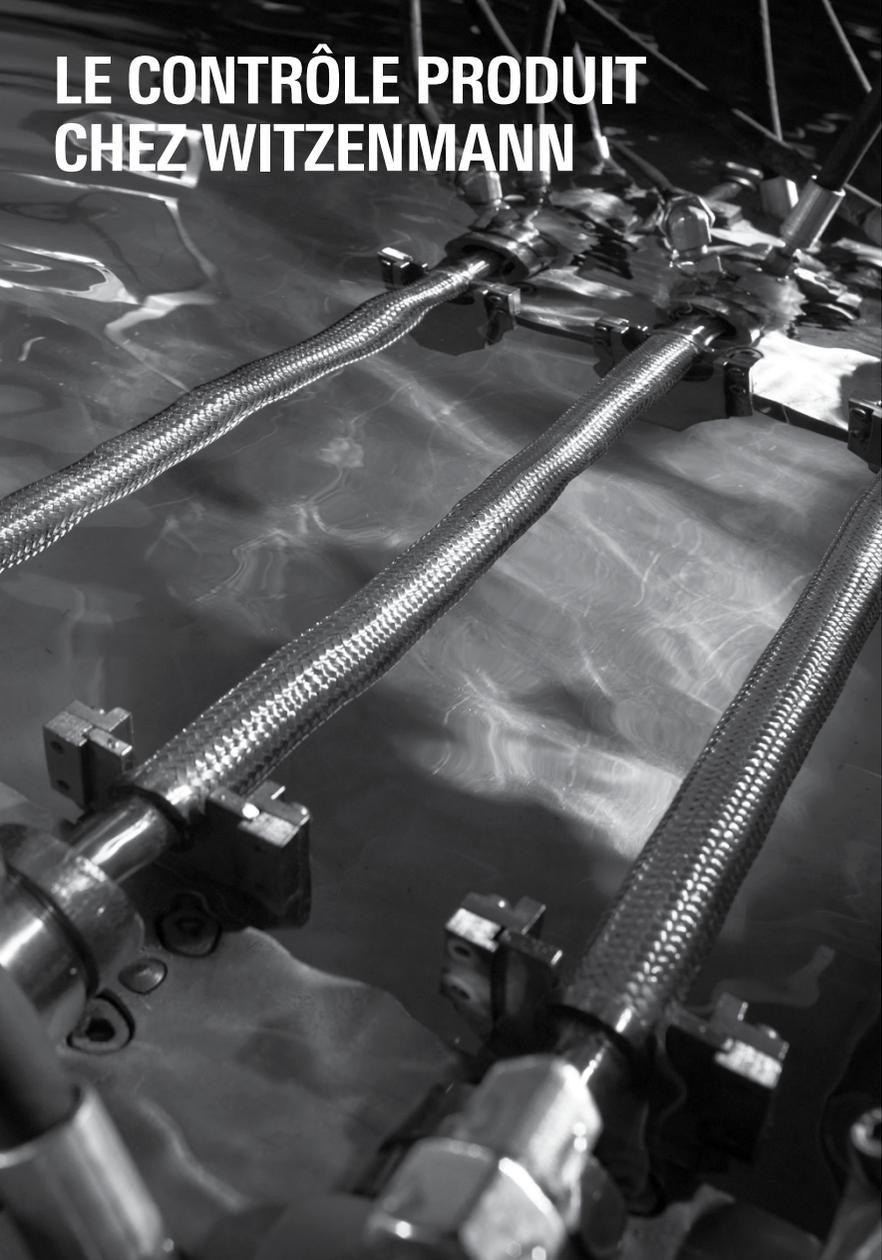


Fig. 4.7.13 Conduite flexible pour l'absorption de vibrations bien dimensionnée (en haut), trop longue (en bas à gauche) et trop courte (en bas à droite)

LE CONTRÔLE PRODUIT CHEZ WITZENMANN



5. Le contrôle produit chez Witzemann

5.1	Présentation des moyens de contrôles et d'analyse	110
5.2	Contrôles des flexibles métalliques en cours de fabrication	112
5.3	Examens de type et contrôles destructifs sur flexibles métalliques	114

5.1 Présentation des moyens de contrôles et d'analyse

Witzenmann dispose de vastes moyens de contrôle et d'analyse afin de déterminer et de vérifier expérimentalement les propriétés de ses produits. Le laboratoire d'essais comprend entre autres

- Des bancs d'essais dynamiques pour les tests de fatigue axiale, réalisables également sous pression et/ou à température élevée,
- Des bancs d'essais multi-axes permettant de reproduire des mouvements complexes,
- Des vibrateurs électrodynamiques,
- Un banc d'essais de pression pulsatoire,
- Des bancs d'essais de pression statique,
- Des bancs d'essais d'étanchéité

Witzenmann dispose en outre d'un laboratoire d'essais matériaux pour les contrôles mécaniques, technologiques et métallographiques ainsi que pour les contrôles de méthodes et les tests de réception. L'équipement du laboratoire comprend :

- Des machines d'essais de flexion par traction et par choc sur éprouvette entaillée,
- D'importantes techniques de préparation pour les coupes métallographiques,
- Un microscope électronique à balayage avec analyse spectrale par rayons X intégrée,
- Une cabine de nettoyage,
- Des bancs d'essais de corrosion,
- Un appareil de radiographie aux rayons X.

Ces moyens permettent

- Le contrôle des caractéristiques mécaniques ainsi que de la résistance à la corrosion pour le matériau du flexible et des pièces de raccordement, à température ambiante ou élevée,
- L'évaluation de la géométrie du flexible et de la soudure par éprouvette macrographique,
- L'analyse de la structure, l'évaluation de la dimension des grains et de la ferrite delta par éprouvette micrographique,
- Les mesures de dureté sous charge réduite et de microdureté,
- L'analyse de la composition des matériaux et de la distribution locale des éléments,
- Les analyses des surfaces de rupture et des inclusions,
- L'analyse des impuretés résiduelles et de l'état de propreté.

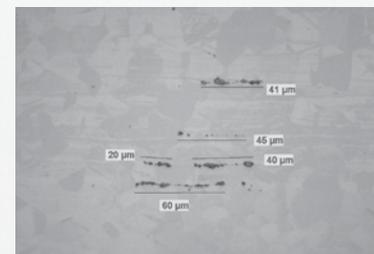
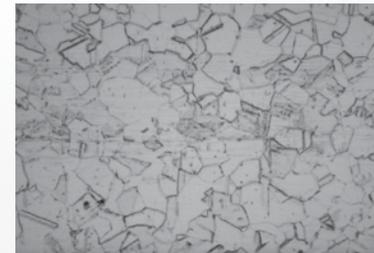
5.1 Présentation des moyens de contrôles et d'analyse

Le diagnostic des flexibles endommagés chez le client ou sur notre plate-forme d'essai ainsi que l'analyse des causes de la déficience font également partie des missions de notre laboratoire métallographique.

Le laboratoire matériaux de Witzenmann est reconnu par les institutions normatives les plus importantes en tant que service superviseur indépendant de la fabrication pour les essais de matériaux destructifs ou non et possède l'autorisation de délivrer les certificats de contrôle.



Fig. 5.1.1 Analyse de la surface (en haut), de structure (Fluide) et de pureté (en bas) d'un feillard de précision (matière 1.4571).



5.2 Contrôles des flexibles métalliques en cours de fabrication

Contrôle d'étanchéité

Chez Witzemann, le test standard est un contrôle d'étanchéité à l'azote avec immersion dans l'eau à température ambiante. Le temps de maintien minimum est de 30 secondes pour les flexibles sans tresse et de 60 secondes pour les flexibles tressés. Il ne doit pas y avoir de formation de bulles visibles. Ce contrôle permet de détecter des taux de fuite de l'ordre de 10^{-4} mbar l/sec.

Le test de fuite à l'hélium est utilisé de manière standard pour des exigences d'étanchéité plus strictes. La méthode sous vide employée pour le test de fuite à l'hélium est un contrôle d'étanchéité haute résolution. La pièce à contrôler est évacuée et la surface située à l'opposé du vide est exposée à une atmosphère d'hélium. Les atomes He ayant pénétré dans le vide sont alors mis en évidence par un spectromètre de masse. La sensibilité des mesures augmente en proportion de la durée de l'essai. Le seuil de détection est d'environ 10^{-10} mbar l/s.

En pratique, des taux de fuite de 10^{-6} mbar l/s sont aisément détectables, ce qui correspond à un débit volumique d'environ 0,03 l/an en conditions normalisées. Le tableau 5.2.1 donne un aperçu de l'ampleur de la fuite et des débits volumiques correspondants en conditions normalisées pour d'autres types de fuite ($\Delta P = 1$ bar, 20 °C).

taux de fuite	diamètre de la fuite	débit volumique	débit volumique	Observations/Exemple
		(en conditions normalisées)		
[mbar l / s]	[μ m]	[l / s]	[l / an]	
10^{10}	0,001	10^{13}	$3,15 \times 10^6$	limite de détection
10^8	0,01	10^{11}	$3,15 \times 10^4$	étanche au vide poussé*
10^7	0,03	10^{10}	$3,15 \times 10^3$	étanche au gaz*
10^6	0,1	10^9	0,032	-
10^5	0,33	10^8	0,315	-
10^4	1	10^7	3,15	étanche à la vapeur*
10^3	3,3	10^6	31,5	étanche à l'eau* une bulle d'air (\varnothing 1 mm) par sec.
10^0	100	10^3	31500	le robinet goutte

Tableau 5.2.1 Taux de fuite et débits volumiques correspondants pour le test de fuite à l'hélium

* illustration en langage courant, ceci n'est pas la définition d'un taux de fuite

5.2 Contrôles des flexibles métalliques en cours de fabrication

Selon les exigences ou sur demande, le test à l'hélium peut s'effectuer par reniflage en surpression.

Contrôle des soudures

Un test d'étanchéité en continu est effectué sur la soudure bout à bout longitudinale avant déformation.

Une analyse aux rayons X de la soudure sur raccord n'est conseillée que pour les tuyaux sans tresse.

Les soudures sur raccord des flexibles avec et sans tresse peuvent être soumises à un essai de fissuration par pénétration de colorant. Le contrôle visuel s'effectue à la lumière du jour pour le ressuage coloré et sous éclairage U.V. pour le ressuage fluorescent.

Tests de résistance à la pression

L'allongement rémanent sous pression et la pression d'éclatement sont définis par la norme DIN EN ISO 10380 comme tests de résistance à la pression pour les tuyaux métalliques flexibles. En général, ces deux tests sont effectués à température ambiante avec de l'eau comme fluide d'essai.

Contrôle de fatigue

La détermination de la durée de vie des flexibles métalliques ne peut s'effectuer que par essai. Les contrôles standard sont le test de fatigue selon DIN EN ISO 10380 ou le test de flexions alternées avec rayon de courbure défini par ex. pour les tuyaux à gaz selon EN 14800. La figure 5.2.1 présente ce type de test en flexion alternée avec des gabarits pour la définition du rayon de courbure. Il est également possible de reconstituer dans le test des contraintes proches de celles de service. Cela représente toutefois un investissement considérable au niveau des opérations de contrôle.

Les essais de fatigue cyclique sur les flexibles sont effectués en général pour une durée de vie déterminée. En effet, en plus de la fatigue, l'usure de contact se produit. Il n'y a donc pas de véritable limite d'endurance. Pour des raisons statistiques, les essais de fatigue doivent toujours être effectués sur plusieurs éprouvettes. Chez Witzemann, le nombre d'éprouvettes standard est de 6 par niveau de charge.

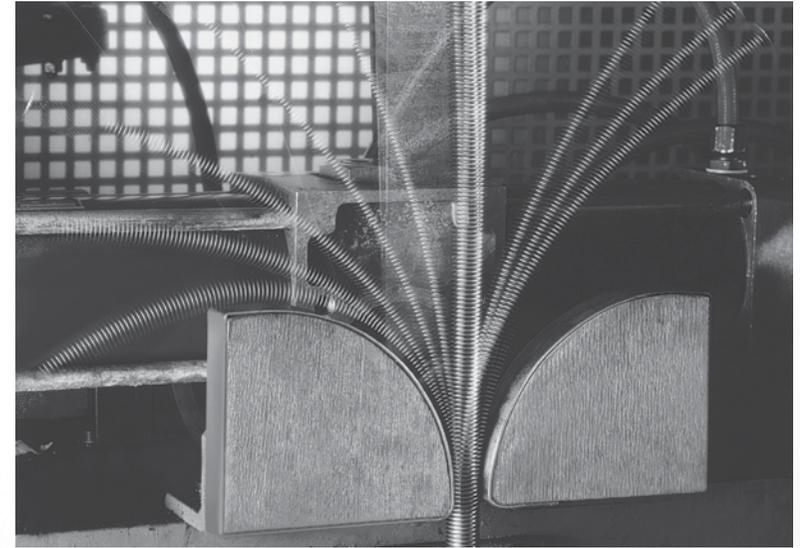


Fig. 5.3.1 Essai en flexion alternée sur un flexible métallique

Caractérisation des pièces

Les caractéristiques des pièces peuvent aussi être évaluées expérimentalement et confirmées par un certificat de contrôle. Pour les flexibles, il est possible d'effectuer, entre autres :

- La mesure de la géométrie
- Un protocole de courbe pression-volume ou pression-allongement,
- La détermination des fréquences propres et la caractérisation du comportement dynamique.



6. Tables techniques

6.1	Choix d'un flexible à l'aide du manuel	118
6.2	Choix d'un flexible à l'aide du logiciel Flexperte	123
6.3	Tuyaux flexibles onduleux HYDRA – au mètre	124
	- RS 330 / 331 – Tuyaux flexibles onduleux en acier inoxydable	124
	- RS 321 – Tuyaux flexibles onduleux en acier inoxydable	126
	- RS 341 – Tuyaux flexibles onduleux en acier inoxydable	128
	- RS 531 – Tuyaux flexibles onduleux en acier inoxydable	130
	- RS 430 – Tuyaux flexibles onduleux en acier inoxydable	132
	- RZ 331 – Tuyaux flexibles onduleux en bronze	134
	- RS 351 – Tuyaux onduleux semi-rigides	136
	- IX 331 – Tuyaux onduleux semi-rigides	137
	- ME 539 – Tuyaux flexibles annelés hélicoïdaux semi-rigides	138
6.4	Raccords	139
	- Raccords pour tuyaux flexibles onduleux HYDRA	140
	- Raccords pour montage sur site	174
6.5	Tuyauteries flexibles onduleuses HYDRA	184
	- Tuyauterie flexible double enveloppe HYDRA	184
	- Tuyau flexible d'isolation HYDRA	186
	- Tuyauteries flexibles avec revêtement PTFE HYDRA	187
	- Éliminateurs de vibration HYDRA	188
	- Flexibles gaz HYDRA conformes à DIN 3384	190
	- Flexibles pour presses	194
	- Hydraflex – Conduites flexibles pour connexion semi-rigide	198
6.6	Gaines agrafées HYDRA – au mètre, raccords, tuyaux flexibles	200
	- Gaines flexibles de protection	202
	- Raccords pour tuyaux flexibles agrafés HYDRA	228
	- Gaines d'aspiration, d'échappement et d'alimentation	231
	- Bras flexibles	250

6.1 Choix d'un flexible à l'aide du manuel

Les données de base pour le choix du flexible à l'aide des tables techniques sont

- Le diamètre nominal DN,
- La pression de service PS,
- La température de service TS, si nécessaire
- La pression d'essai PT et
- Le mouvement à absorber

Conception selon la pression nominale

Le facteur essentiel pour la conception selon la pression nominale est généralement la pression de service, convertie à la température ambiante (PS/C_t). Si une pression d'essai importante (PT) est spécifiée expressément, celle-ci peut être également déterminante. En général, on applique les valeurs suivantes :

$$PN \geq \max \left\{ \begin{array}{l} PS / C_t \\ PT / 1,5 \end{array} \right. \quad (6.1.1)$$

Sur demande, des pressions d'essai supérieures à 1,5 PN sont admissibles pour certaines tuyauteries flexibles. Pour des températures de service TS > 20 °C, le coefficient de réduction de pression

$$C_t = \frac{PS}{P_{RT}} = \frac{R_{P1,0}(TS)}{R_{P1,0}(20^\circ C)} \quad (6.1.2)$$

tient compte de la diminution de la résistance à la pression du flexible et de la tresse. Les valeurs numériques pour C_t conformes à la norme ISO 10380* sont indiquées dans le tableau 6.1.1. Lorsque les matériaux du flexible et de la tresse diffèrent, il faut toujours utiliser le coefficient de réduction correspondant au matériau le moins résistant.

Matériau	Température [°C]											
	20	50	100	150	200	250	300	350	400	450	500	550
1.4306*	1,00	0,89	0,72	0,64	0,58	0,54	0,50	0,48	0,46	0,44	0,43	0,43
1.4301*	1,00	0,90	0,73	0,66	0,60	0,55	0,51	0,49	0,48	0,46	0,46	0,46
1.4541*	1,00	0,93	0,83	0,78	0,74	0,70	0,66	0,64	0,62	0,60	0,59	0,58
1.4404/1.4435*	1,00	0,90	0,73	0,67	0,61	0,58	0,53	0,51	0,50	0,49	0,47	0,47
1.4571*	1,00	0,92	0,80	0,76	0,72	0,68	0,64	0,62	0,60	0,59	0,58	0,58
2.1020/2.1030	1,00	0,95	0,90	0,80	0,75	0,70	-	-	-	-	-	-

Tableau 6.1.1 Coefficients de réduction pour la pression C_t

6.1 Choix d'un flexible à l'aide du manuel

Variations pulsatoires de pression

Des pulsations de pression ajoutées à la pression statique ou des charges de pression dynamiques peuvent limiter considérablement la durée de vie du flexible. Sur demande, Witzenmann peut évaluer leur influence par calcul. Elle dépend du type de tresse, de l'importance des variations de pression et de leur fréquence. Pour des pulsations de pression de Δp > 0,25 PN, nous recommandons d'en effectuer le calcul pour plus de sûreté.

Choix des raccords

Le chapitre 6.3 contient également une liste des raccords adaptés à chaque conduite flexible. Lors de la sélection, il est important de noter que la pression nominale maximale admissible pour l'ensemble de la tuyauterie flexible est toujours déterminée par la valeur de pression nominale la plus petite du tuyau et du raccord.

Certification selon DIN EN ISO 10380

Les caractéristiques de performance des tuyaux flexibles métalliques HYDRA répondent aux exigences de la norme DIN EN ISO 10380. Les séries RS 331/ 330 sont certifiées selon la norme DIN EN ISO 10380:2013 en version sans tresse et en version simple tresse, les séries RS531/430 en version double tresse. Le soudage par fusion est le procédé certifié pour la connexion du tuyau et des raccords. D'autres types de tuyaux peuvent être certifiés après accord préalable.

6.1 Choix d'un flexible à l'aide du manuel

Choix du type de tuyau

Le type de tuyau choisi doit pouvoir atteindre la pression nominale exigée. Afin de faciliter le choix du tuyau, le tableau 6.1.2 spécifie la pression nominale maximale admissible des tuyaux tressés vendus au mètre pour toutes les séries présentées dans ce manuel. Il arrive que plusieurs types de tuyaux conviennent pour une pression nominale donnée. Dans ce cas, le choix définitif s'effectuera en fonction du rayon de courbure et de la configuration d'installation.

Les tuyaux avec une pression nominale PN > 250 peuvent être fournis sur demande.

Pour certains tuyaux, notamment pour les grands diamètres nominaux, la pression nominale admissible en fonctionnement statique est supérieure à la pression nominale du tuyau en mouvement indiquée au tableau 6.1.2. Cela provient du risque de flambage local du tuyau. Les valeurs statiques admissibles résultent uniquement de la pression d'éclatement et sont indiquées - si elles diffèrent de la pression nominale en application dynamique - pour chaque série.

Désignation des tuyaux

La dénomination des tuyaux renseigne sur le flexible onduleux utilisé, la tresse et le diamètre nominal. La désignation RS321 S00 DN32 par ex. correspond à un tuyau flexible onduleux à ondes étroites (RS321), de diamètre nominal 32 (DN32), sans raccords et sans tresse (S00).

RS531L22 DN10 correspond à un conduite flexible de diamètre nominal 10 (DN10), composée d'un flexible onduleux à pas standard, épaisseur de paroi renforcée (RS531), raccords et double tresse (L22).

6.1 Choix d'un flexible à l'aide du manuel

Diamètre nominal	pression nominale max. PN selon DIN EN ISO 10380 pour tuyaux tressés vendus au mètre					
	RS 331 / RS 330	RS 321	RS 341	RS 531	RS 430	RZ 331
4/5	100			200		
6	150	100	100	250		
8	125	100	100	250		60
10	100	80	65	225		45
12	75	50	65	200		35
15/16	65	50	65	200		32
20	40	40	40		100	30
25	65	40	50		100	30
32	25	20	25		80	30
40	40	20	40		65	25
50	30	16	25		65	28
65	25	16	25		50	
80	16	10	25		25	
100	10	4	16		16	
125	6				16	
150	6				16	
200					16	
250					10	
300					6	

Tableau 6.1.2 Pressions nominales maximales admissibles selon la norme DIN EN 10380 pour les tuyaux tressés vendus au mètre, en applications dynamiques

6.1 Choix d'un flexible à l'aide du manuel

Détermination de la longueur nominale

Lorsque le type de tuyau et le diamètre nominal ont été définis, le rayon de courbure nominal en mouvements répétitifs peut être déterminé à partir du tableau 6.1.3 ou des tableaux du chapitre 6.3. Les tuyaux des séries RS 321, RS 331 / RS 330, RS 531 et RZ 331 ont des rayons de courbure nominaux inférieurs ou égaux aux rayons de courbure nominaux des tuyaux de type 1 selon la norme DIN EN ISO 10380.

Les rayons de courbure nominaux des tuyaux des séries RS 341 et RS 430 correspondent au type 1 ou au type 2, en fonction de leur diamètre nominal. La longueur minimum d'une tuyauterie flexible est calculée à partir de son rayon de courbure nominal. En fonction de la configuration d'installation et de l'importance du mouvement à absorber, les chapitres 4.3 à 4.6 spécifient les formules appropriées.

Diamètre nominal	Rayon de courbure nominal en mouvements fréquents r [mm]							
	DIN EN ISO 10380 Type 1	RS 331 / RS 330	RS 321	RS 531	DIN EN ISO 10380 Type 2	RS 341	RS 430	RZ 331
4/5	100	80		100	120			
6	110	80	70	110	140	110		
8	130	120	80	130	165	130		90
10	150	130	90	150	190	150		130
12	165	140	100	165	210	165		150
15/16	195	160	110	195	250	195		170
20	225	170	130		285	225	285	200
25	260	190	150		325	260	325	230
32	300	260	200		380	300	380	260
40	340	300	210		430	340	430	310
50	390	320	240		490	390	490	360
65	460	460	280		580	460	580	
80	660	660	400		800	660	800	
100	750	750	500		1000	750	1000	
125	1000	1000			1250		1250	
150	1250	1250			1550		800	
200	1600				2000		1100	
250	2000				2500		1350	
300	2400				3000		1600	

Tableau 6.1.3 Rayons de courbure nominaux en mouvements fréquents

6.1 Choix d'un flexible à l'aide du manuel

Tolérances de longueur

La longueur nominale (LN) se rapporte au tuyau muni des raccords et décrit la longueur totale du tuyau. Sauf indication contraire à la commande, les tolérances suivantes sont admissibles lors du contrôle de la longueur nominale :

Longueurs nominales en mm	Tolérances admissibles
jusqu'à 500	+ 10 mm - 5 mm
supérieure à 500 jusqu'à 1000	+ 15 mm - 10 mm
supérieure à 1000	+ 1,5% - 1,0%

Des tolérances de longueur inférieures sont possibles, mais doivent dans ce cas être précisées expressément à la commande.

Propreté

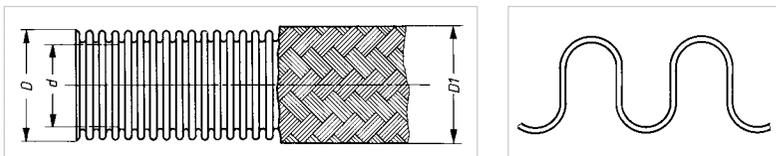
Les procédés de fabrication des tuyaux des flexibles au mètre ondulés de manière mécanique jusqu'au DN 50 sont exempts d'huile et de graisse. Ce procédé, ainsi que les procédés de nettoyage ultérieurs, permettent l'emploi des tuyauteries flexibles HYDRA dans des applications qui exigent la plus grande propreté, comme par ex. les applications du vide ou pour oxygène ou hydrogène.

6.2 Choix d'un flexible avec FLEXPORTE

FLEXPORTE est un logiciel de conception pour éléments métalliques flexibles. Ce programme permet de sélectionner dans les séries standard les produits appropriés à une application précise selon les méthodes de conception actuelles. Grâce à ce logiciel, l'utilisateur peut concevoir des tuyaux métalliques, mais aussi des soufflets métalliques, des compensateurs ou des supports de tuyauterie. L'utilisateur saisit tout d'abord les conditions de service puis il obtient une sélection de produits appropriés avec toutes les informations utiles et les croquis lui permettant de générer directement une demande d'offre ou une commande. Le programme est également disponible en ligne sur le site www.flexperte.de sans restriction de fonctionnalité.

6.3 Tuyaux flexibles onduleux HYDRA® - au mètre

RS 330 / 331



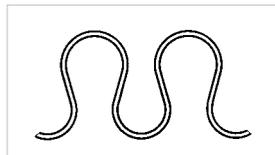
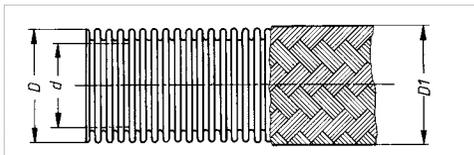
- Tuyau flexible onduleux en tube soudé bord à bord, ondulation mécanique (DN4 à DN 100) ou hydraulique (à partir de DN 125)
- Épaisseur de paroi : standard
- Ondulation : standard
- Versions :
 - RS 330 / RS 331 S00 sans tresse
 - RS 330 / RS 331 S12 tresse simple
- Longueur de fabrication maximale :
 - DN 4 : 30 m
 - DN 6-50 : 100 m
 - DN 65-100 : 20 m
 - DN 125-150 : 10 m
 Tuyaux flexibles de longueur supérieure sur demande
- Matériaux standard :
 - Tuyaux flexibles onduleux 1.4404 ou 1.4541
 - Tresse 1.4301
 D'autres matériaux sont disponibles sur demande.

6.3 Tuyaux flexibles onduleux HYDRA® - au mètre

DN	Type	Diamètre intérieur	Diamètre extérieur	Tolérance admissible	Rayon de courbure minimum	Rayon de courbure nominal	Pression de service statique admissible à 20 °C CS4	Pression nominale	Poids approx.
-	-	d	D,D1	d,D,D1	r _{min}	r _n	P _{adm}	PN	-
-	-	mm	mm	mm	mm	mm	bar	-	kg/m
4	RS331S00 RS331S12	4,3	7,1 8,2	± 0,1	15 25	80	40 100	-	0,06 0,11
6	RS331S00 RS331S12	6,2	9,7 10,8	± 0,2	15 25	80	28 150	-	0,08 0,14
8	RS331S00 RS331S12	8,3	12,3 13,7		16 32	120	20 125	-	0,10 0,21
10	RS331S00 RS331S12	10,2	14,3 15,7		18 38	130	16 100	-	0,11 0,23
12	RS331S00 RS331S12	12,2	16,8 18,2		20 45	140	10 75	-	0,12 0,25
16	RS331S00 RS331S12	16,2	21,7 23,3	± 0,3	28 58	160	8 65	-	0,19 0,40
20	RS331S00 RS331S12	20,2	26,7 28,3		32 70	170	5 40	-	0,27 0,49
25	RS331S00 RS331S12	25,5	32,2 34,2		40 85	190	4 65	-	0,38 0,79
32	RS331S00 RS331S12	34,2	41,0 43,0		50 105	260	2,5 25	-	0,49 0,96
40	RS331S00 RS331S12	40,1	49,7 52,0	± 0,4	60 130	300	2,5 40	-	0,77 1,46
50	RS331S00 RS331S12	50,4	60,3 62,6		70 160	320	1 30	-	0,91 1,67
65	RS331S00 RS331S12	65,3	78,0 81,2		115 200	460	1 35	1 25	1,51 2,88
80	RS331S00 RS331S12	80,2	94,8 98,0		130 240	660	2 32	2 16	2,28 4,08
100	RS331S00 RS331S12	100,0	116,2 119,4	± 0,5	160 290	750	1 16	1 10	2,53 4,54
125	RS330S00 RS330S12	126,2	145,0 148,2		350	1000	0,5 10	0,5 6	2,68 5,25
150	RS330S00 RS330S12	151,6	171,0 174,2		400	1250	0,5 10	0,5 6	3,41 6,48

6.3 Tuyaux flexibles onduleux HYDRA® - au mètre

RS 321



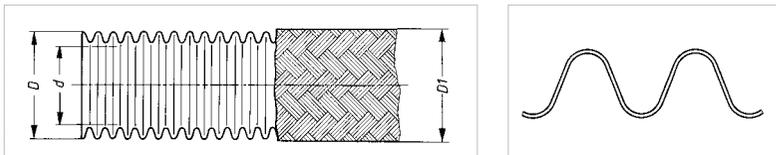
- Tuyau flexible onduleux ultra-flexible en tube soudé bord à bord, ondulation mécanique
- Épaisseur de paroi : standard
- Pas : étroit
- Versions :
 - RS 321 S00 sans tresse
 - RS 321 S12 tresse simple
- Longueurs de fabrication maximales :
 - DN 6-32 : 70 m
 - DN 40-50 : 20 m
 - DN 65-100 : 7 m
 Tuyauteries flexibles de longueur supérieure sur demande
- Matériaux standard :
 - Tuyaux flexibles onduleux 1.4404 ou 1.4541
 - Tresse 1.4301
 D'autres matériaux sont disponibles sur demande.

6.3 Tuyaux flexibles onduleux HYDRA® - au mètre

DN	Type	Diamètre intérieur	Diamètre extérieur	Tolérance admissible	Rayon de courbure minimum	Rayon de courbure nominal	Pression de service statique admissible à 20 °C CS4	Pression nominale	Poids approx.
-	-	d	D, D1	d, D, D1	r _{min}	r _n	P _{adm}	PN	-
-	-	mm	mm	mm	mm	mm	bar	-	kg/m
6	RS321S00	6,1	9,9	± 0,2	20	70	25	-	0,10
	RS321S12		11,0		25				100
8	RS321S00	8,2	12,5		25	80	16	-	0,14
	RS321S12		13,9		30				100
10	RS321S00	10,1	14,4		30	90	10	-	0,14
	RS321S12		15,8		35				80
12	RS321S00	12,1	17,0		35	100	8	-	0,17
	RS321S12		18,4		40				50
16	RS321S00	16,2	22,0		40	110	6	-	0,26
	RS321S12		23,6		50				50
20	RS321S00	20,2	26,8	50	130	4	-	0,31	
	RS321S12		28,4	55				40	0,53
25	RS321S00	25,5	32,2	60	150	4	-	0,49	
	RS321S12		34,2	65				40	0,90
32	RS321S00	34,2	41,0	70	200	2,5	-	0,50	
	RS321S12		43,0	75				20	0,97
40	RS321S00	40,0	49,8	80	210	1	-	1,13	
	RS321S12		52,1	90				30	20
50	RS321S00	50,1	60,5	100	240	1	-	1,34	
	RS321S12		62,8	110				25	16
65	RS321S00	65,0	78,2	145	280	1	-	1,96	
	RS321S12		81,4	200				20	16
80	RS321S00	80,0	95,0	200	400	1	-	3,12	
	RS321S12		98,2	240				16	10
100	RS321S00	99,4	116,8	240	500	1	-	3,70	
	RS321S12		120,0	290				16	4

6.3 Tuyaux flexibles onduleux HYDRA® - au mètre

RS 341



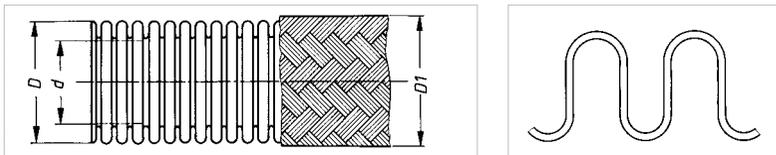
- Tuyau flexible onduleux en tube soudé bord à bord, ondulation mécanique
- Épaisseur de paroi : standard
- Pas : large
- Versions :
 - RS 341 S00 sans tresse
 - RS 341 S12 tresse simple
- Longueurs de fabrication maximales :
 - DN 6-8 : 10 m
 - DN 10 - 50 : 100 m
 - DN 65-100 : 6,5 m
 Tuyauteries de longueur supérieure sur demande
- Matériaux standard :
 - Tuyaux flexibles onduleux 1.4404 ou 1.4541
 - Tresse 1.4301
 D'autres matériaux sont disponibles sur demande.

6.3 Tuyaux flexibles onduleux HYDRA® - au mètre

DN	Type	Diamètre intérieur	Diamètre extérieur	Tolérance admissible	Rayon de courbure minimum	Rayon de courbure nominal	Pression de service statique admissible à 20 °C	Pression nominale	Poids approx.
-	-	d	D,D1	d,D,D1	r_{min}	r_n	P_{adm}	PN	-
-	-	mm	mm	mm	mm	mm	bar	-	kg/m
6	RS341S00	6,3	9,5	± 0,3	11	110	65	65	0,05
	RS341S12		10,6		25	135	100	0,12	
8	RS341S00	8,5	12,0	± 0,3	15	130	25	25	0,07
	RS341S12		13,4		32	150	100	0,18	
10	RS341S00	10,3	14,1	± 0,2	18	150	16	16	0,09
	RS341S12		15,5		38	90	65	0,20	
12	RS341S00	12,5	16,4	± 0,2	20	165	18	18	0,10
	RS341S12		18,0		45	80	65	0,23	
16	RS341S00	16,3	21,4	± 0,3	25	195	13	13	0,15
	RS341S12		23,0		58	65	65	0,36	
20	RS341S00	20,7	26,5	± 0,3	30	225	20	20	0,31
	RS341S12		28,1		70	40	40	0,54	
25	RS341S00	25,8	31,7	± 0,4	35	260	16	16	0,39
	RS341S12		33,7		85	60	50	0,80	
32	RS341S00	34,6	41,0	± 0,5	40	300	2,5	2,5	0,36
	RS341S12		43,0		105	35	25	0,82	
40	RS341S00	40,5	49,5	± 0,5	50	340	3	3	0,57
	RS341S12		51,5		130	40	40	1,26	
50	RS341S00	50,8	60,2	± 0,4	60	390	2,5	2,5	0,71
	RS341S12		62,5		160	30	25	1,47	
65	RS341S00	65,7	77,7	± 0,4	75	460	4	4	1,07
	RS341S12		80,9		200	32	25	2,44	
80	RS341S00	80,6	94,2	± 0,5	90	660	4	4	1,72
	RS341S12		97,4		240	30	25	3,52	
100	RS341S00	100,4	115,0	± 0,6	110	750	3	3	1,95
	RS341S12		118,2		290	16	16	3,94	

6.3 Tuyaux flexibles onduleux HYDRA® - au mètre

RS 531



- Tuyau flexible onduleux en tube soudé bord à bord, ondulation mécanique
- Épaisseur de paroi : renforcée
- Pas : standard
- Versions :
 - RS 531 S00 sans tresse
 - RS 531 S12 tresse simple
 - RS 531 S22 double tresse
- Longueur de fabrication maximale :
 - DN 5 - 16 : 100 m
- Matériaux standard :
 - Tuyau flexible onduleux 1.4404 ou 1.4541
 - Tresse 1.4301
 - D'autres matériaux sont disponibles sur demande.

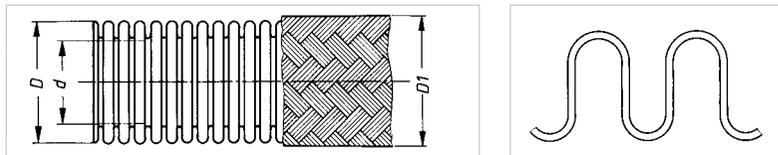
6.3 Tuyaux flexibles onduleux HYDRA® - au mètre

DN	Type	Diamètre intérieur	Diamètre extérieur	Tolérance admissible	Rayon de courbure minimum Cintrage unique	Rayon de courbure nominal Mouvements répétitifs	Pression de service statique admissible à 20 °C CS4	Pression nominale DIN EN ISO 10380 CS4	Poids approx.
-	-	d	D, D1	d, D, D1	r _{min}	r _n	P _{adm}	PN	-
-	-	mm	mm	mm	mm	mm	bar	-	kg/m
5	RS531S00	5,3	9,1	± 0,2	15	100	25	25	0,10
	RS531S12		10,2		25		150	150	0,14
	RS531S22		11,3		35		200	200	0,20
6	RS531S00	6,2	10,2	± 0,2	15	110	50	50	0,12
	RS531S12		11,6		25		200	200	0,23
	RS531S22		13,0		40		250	250	0,33
8	RS531S00	8,0	12,9	± 0,2	20	130	50	50	0,20
	RS531S12		14,5		32		200	200	0,35
	RS531S22		16,1		50		250	250	0,49
10	RS531S00	10,0	15,9	± 0,3	25	150	25	25	0,29
	RS531S12		17,5		38		150	150	0,48
	RS531S22		19,1		60		225	225	0,66
12	RS531S00	12,1	18,7	± 0,3	30	165	25	25	0,41
	RS531S12		20,3		45		100	100	0,62
	RS531S22		21,9		70		200	200	0,82
16	RS531S00	16,1	23,8	± 0,3	40	195	20	20	0,55
	RS531S12		25,8		58		150	150	0,92
	RS531S22		27,8		90		200	200	1,29

Versions spéciales pour pressions plus élevées sur demande.

6.3 Tuyaux flexibles onduleux HYDRA® - au mètre

RS 430

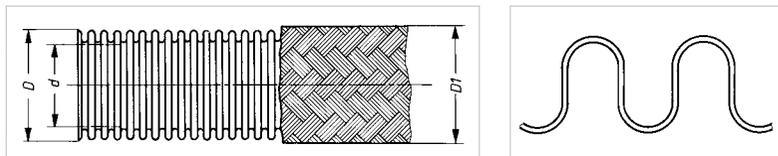


- Tuyau flexible onduleux en tube soudé bord à bord, hydroformé
- Épaisseur de paroi : renforcée
- Pas : standard
- Versions :
 - RS 430 S00 sans tresse
 - RS 430 S12 tresse simple
 - RS 430 S22 double tresse
 - RS 430 S42 tresse simple, toronnée
 - RS 430 S52 double tresse, toronnée
 - RS 430 S92 double tresse spéciale
- Longueurs de fabrication maximales :
 - DN 20 - 125 : 10 m
 - DN 150 - 300 : 3 m
 Sur demande, des conduites flexibles de longueur supérieure peuvent être confectionnées à partir de tronçons.
- Matériaux standard :
 - Tuyau flexible onduleux 1.4404 ou 1.4541
 - Tresse, standard 1.4301, toronnée 1.4306
 - D'autres matériaux sont disponibles sur demande.

6.3 Tuyaux flexibles onduleux HYDRA® - au mètre

DN	Type	Diamètre intérieur	Diamètre extérieur	Tolérance admissible	Rayon de courbure minimum	Rayon de courbure nominal	Pression de service statique admissible à 20 °C CS4	Pression nominale DIN EN ISO 10380 CS4	Poids approx.
-	-	d	D,D1	d,D,D1	r _{min}	r _n	P _{adm}	PN	-
-	-	mm	mm	mm	mm	mm	bar	-	kg/m
20	RS430S00	20,2	29,2	± 0,3	45	285	6	6	0,54
	RS430S12		31,2		70		90	65	0,93
	RS430S22		33,2		70		125	100	1,31
25	RS430S00	25,2	34,2	± 0,3	50	325	6	6	0,65
	RS430S12		36,2		85		65	50	1,07
	RS430S22		38,2		85		100	100	1,49
32	RS430S00	33,7	42,7	± 0,3	60	380	4	4	0,77
	RS430S12		45,0		105		65	65	1,41
	RS430S22		47,2		105		80	80	2,05
40	RS430S00	40,0	55,0	± 0,4	75	430	2,5	2,5	1,37
	RS430S12		57,3		130		40	40	2,09
	RS430S22		59,5		130		65	65	2,81
50	RS430S00	50,0	65,0	± 0,4	90	490	2,5	2,5	1,61
	RS430S12		68,2		160		50	50	2,91
	RS430S22		71,3		160		80	65	4,15
65	RS430S00	65,0	81,0	± 0,5	110	580	0,5	0,5	2,06
	RS430S12		84,2		200		35	25	3,46
	RS430S22		87,3		200		50	50	4,89
80	RS430S00	79,8	98,3	± 0,5	135	800	0,5	0,5	2,82
	RS430S12		101,5		240		25	16	4,65
	RS430S22		104,6		240		50	25	6,46
100	RS430S00	99,8	117,8	± 0,6	160	1000	0,5	0,5	3,59
	RS430S12		121,0		290		30	10	5,97
	RS430S22		124,1		290		40	16	8,25
125	RS430S00	125,6	146,0	± 0,6	350	1250	0,5	0,5	5,23
	RS430S12		149,2		16		10	7,80	
	RS430S22		152,4		30		16	10,30	
150	RS430S00	151,9	177,4	± 1,4	400	800	0,2	-	4,97
	RS430S12		180,6				6	6	8,10
	RS430S42		181,4				10	10	8,27
	RS430S22		183,7				12	10	11,20
	RS430S92		184,6				16	16	11,37
200	RS430S00	202,2	231,4	± 1,6	520	1100	0,2	-	7,92
	RS430S12		235				6	6	12,32
	RS430S42		236,9				10	10	12,42
	RS430S22		238,5				12	10	16,72
	RS430S92		239,7				16	16	16,82
	RS430S52		242,4				16	16	16,92
250	RS430S00	248,4	284,2	± 1,6	620	1350	0,2	-	13,0
	RS430S42		289,7				8	6	17,96
	RS430S52		295,2				12	10	22,96
300	RS430S00	298,6	335,8	± 1,6	1000	1600	0,1	-	17,20
	RS430S42		341,3				4	4	23,03
	RS430S52		346,8				6	6	28,83

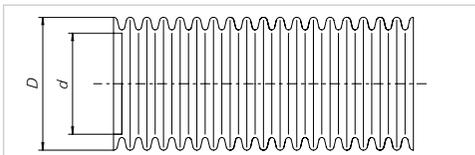
RZ 331 - Tuyaux flexibles onduleux en bronze



- Tuyau flexible onduleux en tube soudé bord à bord, ondulation mécanique
- Épaisseur de paroi / Pas : standard
- Versions :
 - RZ 331 S00 sans tresse
 - RZ 331 S13 tresse simple
- Longueurs de fabrication maximales :
 - DN 8 - 25 : 50 m
 - DN 32 : 30 m
 - DN 40 - 50 : 8 m
- Matériaux standard :
 - Tuyau flexible onduleux 2.1010 (CuSn2)
 - Tresse 2.1016 (CuSn4)

DN	Type	Diamètre intérieur	Diamètre extérieur	Tolérance admissible	Rayon de courbure minimum	Rayon de courbure nominal	Pression nominale DIN EN ISO 10380	Poids approx.	
-	-	d	D,D1	d,D,D1	r _{min}	r _n	PN	-	
-	-	mm	mm	mm	mm	mm	-	kg/m	
8	RZ331S00	8,6	12,6	± 0,2	16	90	6	0,11	
	RZ331S13		14,0		32	130	60	0,23	
10	RZ331S00	10,7	15,1		18	150	6	0,13	
	RZ331S13		16,5		38	170	45	0,27	
12	RZ331S00	12,7	17,7		20	200	4	0,14	
	RZ331S13		19,1		45	310	35	0,31	
16	RZ331S00	16,7	22,2		28	230	4	0,24	
	RZ331S13		23,6		58	360	32	0,47	
20	RZ331S00	20,6	27,1		32	260	4	0,44	
	RZ331S13		28,5		70	310	30	0,71	
25	RZ331S00	25,6	33,2		± 0,3	40	310	2,5	0,46
	RZ331S13		35,5			85	360	30	0,97
32	RZ331S00	32,6	42,0	50		260	2,5	0,72	
	RZ331S13		44,3	105		310	30	1,43	
40	RZ331S00	40,5	52,0	60		310	1,6	0,95	
	RZ331S13		54,0	130		360	25	1,83	
50	RZ331S00	50,5	63,0	70		360	1,6	1,35	
	RZ331S13		66,2	160		28	2,77		

RS 351 - Tuyaux onduleux semi-rigides



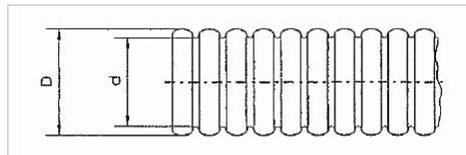
- Tuyau flexible onduleux semi-rigide, ondulation mécanique
- Épaisseur de paroi : standard
- Pas : très large
- Versions :
RS 351 S00 sans tresse
- Longueur de fabrication maximale :
DN 12 - 25 : 100 m
- Matériau standard :
1.4404

DN	Type	Diamètre intérieur	Diamètre extérieur	Tolérance admissible	Rayon de courbure minimum Cintrage unique	Pression de service admissible à 20 °C	Poids approx.
-	-	d	D	d,D	r_{min}	P_{adm}	-
-	-	mm	mm	mm	mm	bar	kg/m
12	RS351S00	12,5	16,6	$\pm 0,3$	20	18	0,095
16	RS351S00	16,7	21,3	$\pm 0,3$	16	17	0,125
20	RS351S00	20,5	26,4	$\pm 0,4$	20	9	0,165
25	RS351S00	25,8	31,7	$\pm 0,4$	35	10	0,36

Le RS 351 est un tuyau semi-rigide conçu essentiellement pour les applications statiques. Ce type de tuyau ne convient pas à l'absorption de mouvements répétitifs ou de vibrations.

Le RS 351 est optimisé pour la connexion des raccords à monter sur site.

IX 331 - Tuyaux onduleux semi-rigides



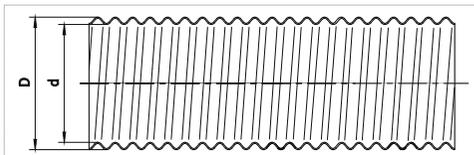
- Tuyau flexible onduleux semi-rigide, ondulation mécanique
- Épaisseur de paroi : standard
- Versions :
IX 331 S00 sans tresse
- Longueur de fabrication maximale :
DN 12 - 25 : 100 m
- Matériau standard :
1.4404
- Pas : plat

DN	Type	Diamètre intérieur	Diamètre extérieur	Tolérance admissible	Rayon de courbure minimum Cintrage unique	Pression de service admissible à 20 °C	Poids approx.
-	-	d	D	d,D	r_{min}	P_{adm}	-
-	-	mm	mm	mm	mm	bar	kg/m
12	IX331S00	12,3	15,8	$\pm 0,25$	32	34	0,10
16	IX331S00	16,5	20,4	$\pm 0,25$	40	18	0,12
20	IX331S00	20,6	24,9	$\pm 0,3$	50	18	0,155
25	IX331S00	25,6	30,7	$\pm 0,3$	60	16	0,245

Le IX 331 est un tuyau semi-rigide conçu **uniquement** pour les applications statiques. Ce type de tuyau ne doit pas être utilisé pour l'absorption de mouvements répétitifs ou de vibrations.

Le IX 331 est optimisé pour la connexion des raccords à monter sur site.

ME 539 - Tuyaux flexibles annelés hélicoïdaux semi-rigides



- Tuyau onduleux hélicoïdal semi-rigide, ondulation mécanique
- Épaisseur de paroi : renforcée
- Pas : très large
- Versions :
 - ME 539 S00 sans tresse
- Longueur de fabrication maximale :
 - DN 25 : 350 m
 - DN 32 : 300 m
 - DN 40 : 300 m
 - DN 50 : 200 m
- Matériau standard :
 - 1.4404

Le ME 539 est un tuyau semi-rigide conçu essentiellement pour les applications statiques. Ce type de tuyau ne convient pas à l'absorption de mouvements répétitifs ou de vibrations.

Le ME 539 est optimisé pour la connexion des raccords à monter sur site. Pièces de raccordement compatibles, sur demande.

DN	Type	Diamètre intérieur	Diamètre extérieur	Tolérance admissible	Rayon de courbure minimum Cintrage unique	Pression de service admissible à 20 °C	Poids approx.
-	-	d	D	d,D	r_{min}	P_{adm}	-
-	-	mm	mm	mm	mm	bar	kg/m
25	ME539S00	32	35,2	± 0,5	sur demande	16	0,335
32	ME539S00	40	44,8	± 0,5	sur demande	16	0,55
40	ME539S00	49	54,8	± 0,5	sur demande	16	0,85
50	ME539S00	61	66,6	± 0,5	sur demande	16	0,995

Raccords pour tuyaux flexibles onduleux HYDRA

Une large gamme de raccords est disponible pour les tuyaux métalliques flexibles HYDRA. En fonction des conditions de service et des matériaux utilisés, la connexion entre le tuyau et le raccord se fait soit par soudage par fusion, soit par brasage. Une sélection des types de raccordement les plus courants est donnée ci-après. Le type de connexion est identifié au moyen de la première lettre de la désignation de la tuyauterie flexible.

Raccords à bride :

- A : Bride tournante avec collerette à souder
- B : Bride tournante à manchon à collet
- C : Bride tournante à collet à souder
- G : Bride à collerette à souder

Raccords filetés :

- L : Taraudage, fixe
- M : Filetage, fixe
- N : Taraudage, tournant

Raccords à vis :

- Q : Taraudage
- R : Filetage
- S : Embout

Raccords de tuyaux :

- U : Tous types de raccordement

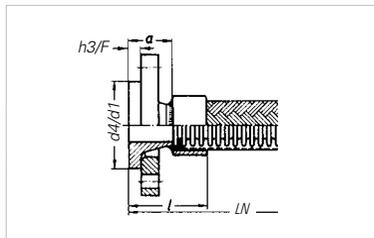
Éléments d'accouplement :

- W : Tous types d'accouplement

6.4 Raccords

Raccords pour tuyaux flexibles onduleur

Type AB12, Type AB22, Type AB82



Bride tournante

Collerette à souder acier ou inox 1.4541 ou 1.4571

Bride tournante acier ou inox 1.4541 ou 1.4571

soudé ou brasé

Type de raccord				Matériau		Température de service admissible
PN 10	PN 16	PN 25	PN 40	Collerette à souder	Bride	
AB12D	AB12E	AB12F	AB12G	Acier	Acier	480 °C*
AB82D	AB82E	AB82F	AB82G	Acier inoxydable	Acier	480 °C*
AB22D	AB22E	AB22F	AB22G	Acier inoxydable	Acier inoxydable	550 °C

Dimensions en mm, Poids en kg

DN	10	16	20	25	32	40	50	65	80	100	125	150	200	250	300
d4 / d1	40	45	58	68	78	88	102	122	138	158	188	212	268	320	370
h3 (DIN 2673)	10	10	12	12	12	12	14	14	16	16	18	18	20	22	22
F (DIN EN 1092)	12	12	14	14	14	14	16	16	16	18	18	20	20	22	22
a (DIN 2673)	35	35	40	40	40	40	45	45	50	50	50	50	55	60	60
a (DIN EN 1092)	35	38	40	40	42	45	45	45	50	52	55	55	62	68	68
l (DIN 2673)	45	49	56	58	60	62	70	73	80	82	86	90	100	110	115
l (DIN EN 1092)	45	52	56	58	62	67	70	73	80	84	91	95	107	118	123
Pds approx.	0,70	0,80	1,06	1,43	2,05	2,40	3,02	3,77	4,84	5,60	7,35	8,90	12,9	17,7	23,3

Dimensions de raccordement PN 10 conformes à DIN 2501 / DIN EN 1092

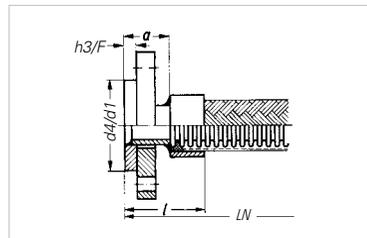
* Sélection du matériau pour les aciers : voir chapitre Z2

À préciser à la commande : type de raccordement, diamètre nominal (DN), température de service, no. de matériau pour les aciers spéciaux

6.4 Raccords

Raccords pour tuyaux flexibles onduleur

Type BB12, Type BB22, Type BB82



Bride tournante

Manchon à collet acier ou inox 1.4541 ou 1.4571

Bride tournante acier ou inox 1.4541 ou 1.4571

soudé ou brasé

Type de raccord				Matériau		Température de service admissible
PN 10	PN 16	PN 25	PN 40	Manchon à collet	Bride	
BB12D	BB12E	BB12F	BB12G	Acier	Acier	480 °C*
BB82D	BB82E	BB82F	BB82G	Acier inoxydable	Acier	480 °C*
BB22D	BB22E	BB22F	BB22G	Acier inoxydable	Acier inoxydable	550 °C

Dimensions en mm, Poids en kg

DN	10	16	20	25	32	40	50	65	80	100	125	150	200	250	300
d4 / d1	40	45	58	68	78	88	102	122	138	158	188	212	268	320	370
h3 (DIN 2642)	10	10	12	12	12	12	14	14	16	16	18	18	20	22	22
F (DIN EN 1092)	12	12	14	14	14	14	16	16	16	18	18	20	20	22	22
a (DIN 2642)	45	45	46	51	51	51	57	57	63	68	79	79	85	85	90
a (DIN EN 1092)	46	46	57	52	52	52	58	58	63	69	79	80	85	85	90
l (DIN 2642)	55	59	62	69	71	73	82	85	93	100	115	119	130	135	145
l (DIN EN 1092)	56	60	63	70	72	74	83	86	93	101	115	120	130	135	145
Pds approx.	0,72	0,84	1,08	1,48	2,13	2,46	3,08	3,90	5,00	5,75	8,00	9,80	13,5	18,4	24,3

Dimensions de raccordement PN 10 conformes à DIN 2501 / DIN EN 1092

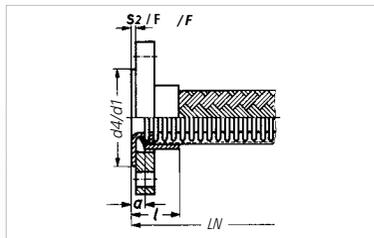
* Sélection du matériau pour les aciers : voir chapitre Z2

À préciser à la commande : type de raccordement, diamètre nominal (DN), température de service, no. de matériau pour les aciers spéciaux

6.4 Raccords

Raccords pour tuyaux flexibles onduleux

Type CA22, Type CA82



Bride tournante

Collet à souder inox 1.4541 ou 1.4571

Bride tournante acier ou inox 1.4541 ou 1.4571

soudé ou brasé

Type de raccord		Matériau		Température de service admissible
PN 10	PN 16 (jusqu'à DN 150)	Collet à souder	Bride	
CA82D	CA82E	Acier inoxydable	Acier	480 °C*
CA22D	CA22E	Acier inoxydable	Acier inoxydable	550 °C

Dimensions en mm, Poids en kg

DN	10	16	20	25	32	40	50	65	80	100	125	150	200	250	300
d4 / d1	40	45	58	68	78	88	102	122	138	158	188	212	268	320	370
s2 (DIN 2642)	3	3	3	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	4	4	4	4	4	5	5
F (DIN EN 1092)	2,5	2,5	3	3	3	3	4	4	4	4	4	4	5	-	-
a (DIN 2642)	9	9	12	15	15	17	23	23	23	28	30	30	30	30	35
H5 (DIN EN 1092)	7	7	8	10	12	15	20	20	25	25	25	25	30	-	-
I (DIN 2673)	19	23	28	33	35	39	48	51	53	60	66	70	75	80	90
I (DIN EN 1092)	17	21	24	28	32	37	45	48	55	57	61	65	75	-	-
Pds approx.	0,63	0,71	0,84	1,15	1,68	1,90	2,21	2,88	3,55	3,86	4,95	6,00	8,2	11,0	13,7

Dimensions de raccordement PN 10 conformes à DIN 2501 / DIN EN 1092

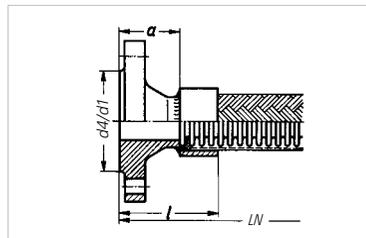
* Sélection du matériau pour les aciers : voir chapitre 7.2

À préciser à la commande : type de raccordement, diamètre nominal (DN), température de service, no. de matériau pour les aciers spéciaux

6.4 Raccords

Raccords pour tuyaux flexibles onduleux

Type GB12, Type GB22



Bride fixe

Bride à souder à collerette acier ou inox 1.4541 ou 1.4571

soudé ou brasé

Type de raccord				Matériau	Température de service admissible
PN 10	PN 16	PN 25	PN 40		
GB12D	GB12E	GB12F	GB12G	Acier	480 °C*
GB22D	GB22E	GB22F	GB22G	Acier inoxydable	550 °C

Dimensions en mm, Poids en kg

DN	10	16	20	25	32	40	50	65	80	100	125	150	200	250	300
d4 / d1	40	45	58	68	78	88	102	122	138	158	188	212	268	320	370
a (DIN 2632)	35	35	38	38	40	42	45	45	50	52	55	55	62	68	68
a (DIN EN 1092)	35	38	40	40	42	45	45	45	50	52	55	55	62	68	68
I (DIN 2632)	45	49	54	56	60	64	70	73	80	84	91	95	107	118	123
I (DIN EN 1092)	45	52	56	58	62	67	70	73	80	84	91	95	107	118	123
Pds approx.	0,60	0,67	1,00	1,20	1,76	2,00	2,66	3,30	3,95	4,95	6,75	8,35	12,4	16,1	20,0

Dimensions de raccordement PN 10 conformes à DIN 2501 / DIN EN 1092

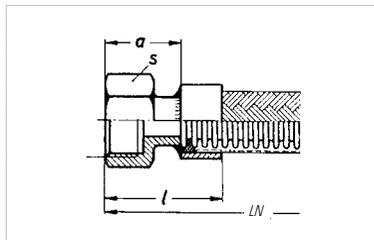
* Sélection du matériau pour les aciers : voir chapitre 7.2

À préciser à la commande : type de raccordement, diamètre nominal (DN), température de service, no. de matériau pour les aciers spéciaux

6.4 Raccords

Raccords pour tuyaux flexibles onduleux

Type LA12S, Type LA22S, Type LA52S



Raccord fileté, fixe

Manchon hexagonal à filetage Whitworth DIN EN 10226 (ISO 7/1)

en acier ou en inox 1.4541 ou 1.4571 ou en laiton

soudé ou brasé

Type de raccord	Matériau	Température de service admissible
LA12S	Acier	300 °C
LA22S	Acier inoxydable	550 °C
LA52S	Laiton	250 °C

Dimensions en mm, Poids en kg

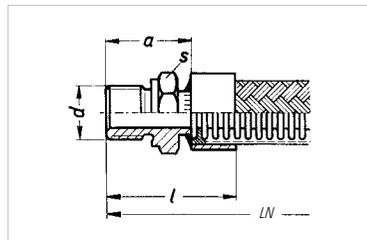
PN	100							63				40	
	6	8	10	12	16	20	25	32	40	50	65	80	
d	Rp¼	Rp¼	Rp¾	Rp½	Rp½	Rp¾	Rp1	Rp1¼	Rp1½	Rp2	Rp2½	Rp3	
a	19	19	21	24	24	27	31	34	36	42	49	54	
l	27	29	31	36	38	43	49	54	58	67	77	84	
s	17	17	22	24	24	32	41	46	55	65	85	100	
Pds approx.	0,02	0,03	0,04	0,06	0,07	0,10	0,19	0,22	0,31	0,41	0,86	1,22	

À préciser à la commande : type de raccordement, diamètre nominal (DN), température de service, no. de matériau pour les aciers spéciaux

6.4 Raccords

Raccords pour tuyaux flexibles onduleux

Type MA12S, Type MA22S, Type MA52S



Raccord fileté, fixe

Mamelon hexagonal à filetage Whitworth ISO 228/1

en acier ou en inox 1.4541 ou 1.4571 ou en laiton

soudé ou brasé

Type de raccord	Matériau	Température de service admissible
MA12S	Acier	300 °C
MA22S	Acier inoxydable	550 °C
MA52S	Laiton	250 °C

Dimensions en mm, Poids en kg

PN	250				160		100			63		40	
	6	8	10	12	16	20	25	32	40	50	65	80	100
d	G¼A	G¼A	G¾A	G½A	G½A	G¾A	G1A	G1¼A	G1½A	G2A	G2½A	G3A	G4A
a	24	25	25	29	29	32	38	40	43	45	52	54	64
l	32	35	35	41	43	48	56	60	65	70	78	84	96
s	19	19	22	27	27	32	41	50	55	70	85	100	120
Pds approx.	0,04	0,04	0,06	0,08	0,08	0,12	0,2	0,29	0,32	0,47	0,75	0,85	1,35

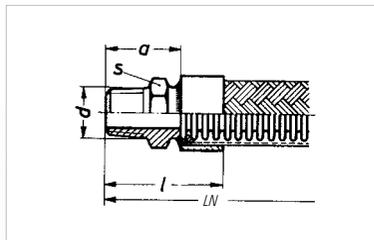
À préciser à la commande : type de raccordement, diamètre nominal (DN), température de service, no. de matériau pour les aciers spéciaux

Sur demande, disponible également avec un pas fin métrique.

6.4 Raccords

Raccords pour tuyaux flexibles onduleux

Type MH02S



Raccord fileté, fixe

Mamelon hexagonal à filetage Whitworth DIN EN 10226 (ISO 7/1)

en fonte ductile

brasé

Type de raccord	Température de service admissible	Pression de service admissible
MH02S	Chap. 7.3	Chap. 7.3

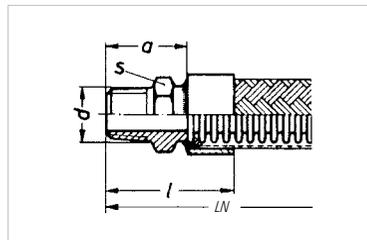
Dimensions en mm, Poids en kg

DN	10	12	16	20	25	32	40	50	65	80
d	R ³ / ₈	R ¹ / ₂	R ¹ / ₂	R ³ / ₄	R1	R1 ¹ / ₄	R1 ¹ / ₂	R2	R2 ¹ / ₂	R3
a	32	35	35	39	42	45	48	52	55	60
l	42	47	49	55	60	65	70	77	83	90
s	22	28	28	32	42	50	55	70	85	100
Pds approx.	0,06	0,08	0,08	0,12	0,18	0,26	0,29	0,49	0,85	1,26

6.4 Raccords

Raccords pour tuyaux flexibles onduleux

Type MH12S, Type MH22S, Type MH52S



Raccord fileté, fixe

Mamelon hexagonal à filetage Whitworth DIN EN 10226 (ISO 7/1)

en acier ou en inox 1.4541 ou 1.4571 ou en laiton

soudé ou brasé

Type de raccord	Matériau	Température de service admissible
MH12S	Acier	300 °C
MH22S	Acier inoxydable	550 °C
MH52S	Laiton	250 °C

Dimensions en mm, Poids en kg

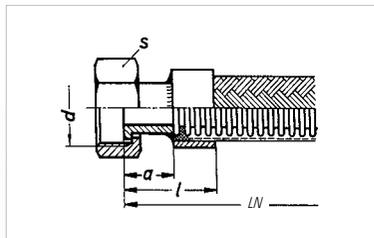
PN	100							63				40	
DN	6	8	10	12	16	20	25	32	40	50	65	80	
d	R ¹ / ₄	R ¹ / ₄	R ³ / ₈	R ¹ / ₂	R ¹ / ₂	R ³ / ₄	R1	R1 ¹ / ₄	R1 ¹ / ₂	R2	R2 ¹ / ₂	R3	
a	24	24	25	29	29	32	38	40	40	47	52	56	
l	32	34	35	41	43	48	56	60	62	72	80	86	
s	14	14	17	22	22	27	36	46	50	60	80	90	
Pds approx.	0,02	0,03	0,04	0,05	0,06	0,09	0,14	0,23	0,25	0,43	0,65	0,75	

À préciser à la commande : type de raccordement, diamètre nominal (DN), température de service, no. de matériau pour les aciers spéciaux

6.4 Raccords

Raccords pour tuyaux flexibles onduleux

Type NA12S, Type NA22S, Type NA52S



Raccord fileté, tournant

Manchon à collet à joint plat, raccord union à filetage Whitworth ISO 228/1 en acier, en inox 1.4541 ou 1.4571 ou en laiton soudé ou brasé

Type de raccord	Matériau	Température de service admissible
NA12S	Acier	300 °C
NA22S	Acier inoxydable	550 °C
NA52S	Laiton	250 °C

NA12S, NA22S : Dimensions en mm, Poids en kg

PN	100					63					40
	6	8	10	12	16	20	25	32	40	50	
DN	G $\frac{1}{4}$	G $\frac{3}{8}$	G $\frac{1}{2}$	G $\frac{5}{8}$	G $\frac{3}{4}$	G1	G1 $\frac{1}{4}$	G1 $\frac{1}{2}$	G1 $\frac{3}{4}$	G2 $\frac{1}{4}$	
d											
a	20	21	21	24	24	24	26	26	29	29	
l	28	31	31	36	38	40	44	46	51	54	
s	17	22	27	27	32	41	50	55	65	75	
Pds approx.	0,03	0,04	0,07	0,08	0,10	0,15	0,25	0,28	0,49	0,54	

À préciser à la commande : type de raccordement, diamètre nominal (DN), température de service, no. de matériau pour les aciers spéciaux

NA52S :

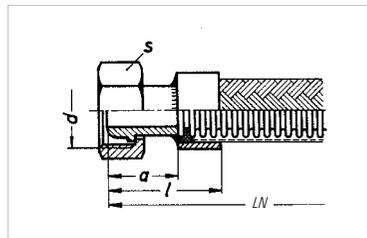
PN 25 pour tous les diamètres nominaux (DN)

Voir tableaux NA12S, NA22S pour les autres dimensions.

6.4 Raccords

Raccords pour tuyaux flexibles onduleux

Type NF12S, Type NF22S, Type NF52S



Raccord fileté, tournant

Nipple sphérique conforme à DIN 3863, raccord union à filetage Whitworth ISO 228/1 en acier, en inox 1.4541 ou 1.4571 ou en laiton soudé ou brasé

Type de raccord	Matériau	Température de service admissible
NF12S	Acier	300 °C
NF22S	Acier inoxydable	550 °C
NF52S	Laiton	250 °C

NF 12S, NF 22S : Dimensions en mm, Poids en kg

PN	100					63					40
	6	8	10	12	16	20	25	32	40	50*	
DN	G $\frac{1}{4}$	G $\frac{3}{8}$	G $\frac{1}{2}$	G $\frac{5}{8}$	G $\frac{3}{4}$	G1	G1 $\frac{1}{4}$	G1 $\frac{1}{2}$	G1 $\frac{3}{4}$	G2 $\frac{1}{4}$	
d											
a	24	24	24	29	29	29	31	31	31	34	
l	32	34	34	41	43	45	49	51	53	59	
s	17	22	27	27	32	41	50	55	65	75	
Pds approx.	0,03	0,04	0,07	0,08	0,10	0,15	0,28	0,29	0,47	0,58	

* DN 50 n'est pas normalisé ! À préciser à la commande : type de raccordement, diamètre nominal (DN), température de service, no. de matériau pour les aciers spéciaux

NF52S :

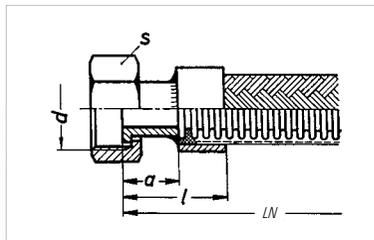
PN 25 pour tous les diamètres nominaux (DN)

Voir tableaux NF 12S, NF 22S pour les autres dimensions.

6.4 Raccords

Raccords pour tuyaux flexibles onduleux

Type NI12S, Type NI22S, Type NI52S



Raccord fileté, tournant

Manchon à collet à joint plat, raccord union à filetage métrique DIN 3870, Série LL, en acier, en inox 1.4541 ou 1.4571 ou en laiton soudé ou brasé

Type de raccord	Matériau	Température de service admissible
NI12S	Acier	300 °C
NI22S	Acier inoxydable	550 °C
NI52S	Laiton	250 °C

NI 12S, NI 22S : Dimensions en mm, Poids en kg

PN	100					63				40
	6	8	10	12	16	20	25	32	40	50
d	M14x1,5	M16x1,5	M18x1,5	M22x1,5	M26x1,5	M30x1,5	M38x1,5	M45x1,5	M52x1,5	M65x2
a	20	21	21	24	24	24	26	26	29	29
l	28	31	31	36	38	40	44	46	51	54
s	17	19	22	27	32	36	46	50	60	75
Pds approx.	0,03	0,04	0,05	0,07	0,10	0,12	0,19	0,28	0,34	0,45

À préciser à la commande : type de raccordement, diamètre nominal (DN), température de service, no. de matériau pour les aciers spéciaux

NI52S :

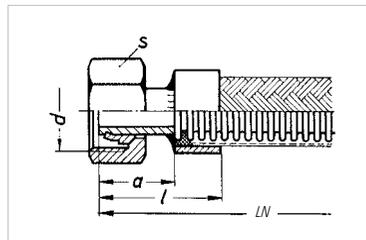
PN 25 pour tous les diamètres nominaux (DN)

Voir tableaux NI 12S, NI 22S pour les autres dimensions.

6.4 Raccords

Raccords pour tuyaux flexibles onduleux

Type NL12Q, Type NL22Q



Raccord fileté, tournant

Manchon de précision à bague coupante DIN 3861, DIN EN ISO 8434-1 Raccord union à filetage métrique conforme à DIN EN ISO 8434-1, Série LL en acier ou en inox 1.4541 ou 1.4571 (raccord union 1.4571), soudé ou brasé

Type de raccord	Matériau	Température de service admissible
NL12Q	Acier	300 °C
NL22Q	Acier inoxydable	400 °C

Dimensions en mm, Poids en kg

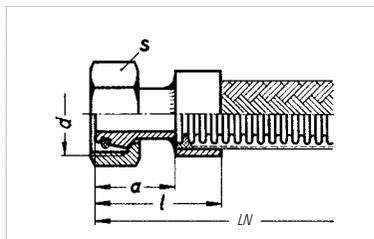
PN	DN	250				160		100			
		4	6	8	10	12	16	20	25	32	40
Dim. tube		6x1	8x1	10x1,5	12x1,5	15x2	18x1,5	22x2	28x2	35x2	42x3
d		M12x1,5	M14x1,5	M16x1,5	M18x1,5	M22x1,5	M26x1,5	M30x2	M36x2	M45x2	M52x2
a		28	28	30	30	32	32	36	40	45	45
l		36	36	40	40	44	46	52	58	65	67
s		14	17	19	22	27	32	36	41	50	60
Pds approx.		0,04	0,04	0,04	0,06	0,09	0,11	0,16	0,21	0,31	0,44

À préciser à la commande : type de raccordement, diamètre nominal (DN), température de service, no. de matériau pour les aciers spéciaux

6.4 Raccords

Raccords pour tuyaux flexibles onduleux

Type NN12Q, Type NN22Q,



Raccord fileté, tournant
Cône d'étanchéité 24° à joint torique,
raccord union DIN ISO 12151-2,
Série L en acier ou en inox 1.4541 ou
1.4571 (raccord union 1.4571),
soudé ou brasé

Type de raccord	Matériau		Température de service admissible*
	Raccord fileté	Joint torique	
NN12Q	Acier	NBR (Perbunan)	-20 à +90 °C
NN22Q	Acier inoxydable	ou FPM (viton)	-20 à +200 °C

* joint torique avec homologation DVGW, résistant jusqu'à +80 °C.

Dimensions en mm, Poids en kg

PN	250				160		100		
	6	8	10	12	16	20	25	32	40
DN	6	8	10	12	16	20	25	32	40
d	M14x1,5	M16x1,5	M18x1,5	M22x1,5	M26x1,5	M30x2	M36x2	M45x2	M52x2
a	32	35	35	35	38	40	44	46	50
l	40	45	45	47	52	56	62	66	72
s	17	19	22	27	32	36	41	55	60
Pds approx.	0,03	0,04	0,05	0,07	0,11	0,15	0,21	0,31	0,48
Diamètre extérieur du tuyau	8	10	12	15	18	22	28	35	42

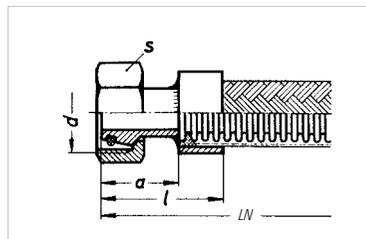
À préciser à la commande : type de raccordement, diamètre nominal (DN), température de service, matériau du joint torique, no. de matériau pour les aciers spéciaux

Remarque : Ce raccord fileté est conçu pour s'adapter aux raccords coniques à 24° à DIN ISO 8434-1, Série L ou aux goupilles filetées avec forme d'alésage W (24°), Série L selon DIN 3861.

6.4 Raccords

Raccords pour tuyaux flexibles onduleux

Type NN12R, Type NN22R



Raccord fileté, tournant
Cône d'étanchéité 24° à joint torique,
raccord union DIN ISO 12151-2,
Série S en acier ou en inox 1.4541 ou
1.4571 (raccord union 1.4571),
soudé ou brasé

Type de raccord	Matériau		Température de service admissible*
	Raccord fileté	Joint torique	
NN12R	Acier	NBR (Perbunan)	-20 à +90 °C
NN22R	Acier inoxydable	ou FPM (viton)	-20 à +200 °C

* joint torique avec homologation DVGW, résistant jusqu'à +80 °C.

Dimensions en mm, Poids en kg

PN	630				400			250	
	6	8	10	12	16	20	25	32	
DN	6	8	10	12	16	20	25	32	
d	M18x1,5	M20x1,5	M22x1,5	M24x1,5	M30x2	M36x2	M42x2	M52x2	
a	35	35	35	35	40	44	48	50	
l	43	45	45	47	54	60	66	70	
s	22	24	27	30	36	46	50	60	
Pds approx.	0,05	0,06	0,08	0,1	0,16	0,30	0,37	0,58	
Diamètre extérieur du tuyau	10	12	14	16	20	25	30	38	

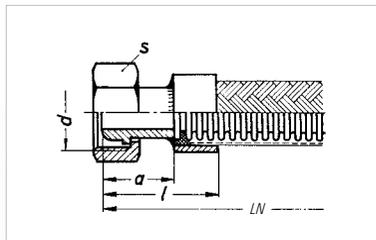
À préciser à la commande : type de raccordement, diamètre nominal (DN), température de service, matériau du joint torique, no. de matériau pour les aciers spéciaux

Remarque : Ce raccord fileté est conçu pour s'adapter aux raccords coniques à 24° à DIN ISO 8434-1, Série S ou aux goupilles filetées avec forme d'alésage W (24°), Série S selon DIN 3861.

6.4 Raccords

Raccords pour tuyaux flexibles onduleux

Type NO12S, Type NO22S, Type NO52S



Raccord fileté, tournant
Nipple sphérique conforme à DIN 3863, raccord union à filetage métrique DIN 3870, Série LL en acier, en inox 1.4541 ou 1.4571 ou en laiton, soudé ou brasé

Type de raccord	Matériau	Température de service admissible
NO12S	Acier	300 °C
NO22S	Acier inoxydable	550 °C
NO52S	Laiton	250 °C

NO 12S, NO 22S : Dimensions en mm, Poids en kg

PN	100					63					40	25
	6	8	10	12	16	20	25	32	40	*50	*65	
d	M14x1,5	M16x1,5	M18x1,5	M22x1,5	M26x1,5	M30x1,5	M38x1,5	M45x1,5	M52x1,5	M65x2	M78x2	
a	24	24	24	29	29	29	31	31	31	34	40	
l	32	34	34	41	43	45	49	51	53	59	68	
s	17	19	22	27	32	36	46	50	60	75	90	
Pds approx.	0,03	0,04	0,05	0,08	0,10	0,12	0,22	0,30	0,31	0,48	0,72	

À préciser à la commande : type de raccordement, diamètre nominal (DN), température de service, no. de matériau pour les aciers spéciaux

NO52S :

PN 25 pour tous les diamètres nominaux (DN)

Voir tableaux NF 12S, NF 22S pour les autres dimensions.

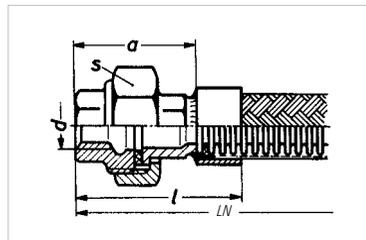
Remarque:

Ce raccord fileté est conçu pour s'adapter aux formes d'alésage U et Y (60°) selon DIN 3863.

6.4 Raccords

Raccords pour tuyaux flexibles onduleux

Type QA02S



Raccord à vis, taraudage à joint plat, à filetage Whitworth DIN EN 10226 (ISO 7/1) en fonte ductile, brasé

Type de raccord	Température de service admissible	Pression de service admissible
QA02S	Chap. 7.3	Chap. 7.3

Dimensions en mm, Poids en kg

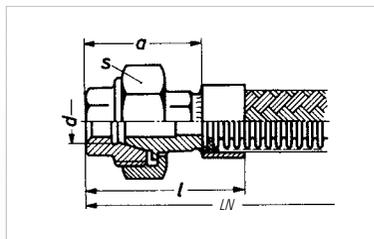
DN	6	8	10	12	16	20	25	32	40	50
d	Rp ¹ / ₄	Rp ¹ / ₄	Rp ³ / ₈	Rp ¹ / ₂	Rp ¹ / ₂	Rp ³ / ₄	Rp1	Rp1 ¹ / ₄	Rp1 ¹ / ₂	Rp2
a	52	52	54	59	59	65	70	78	85	94
l	60	62	64	71	73	81	88	98	107	119
s	28	28	32	39	39	48	55	67	74	90
Pds approx.	0,11	0,12	0,14	0,18	0,19	0,31	0,42	0,68	0,87	1,31

À préciser à la commande : type de raccordement, diamètre nominal (DN), température de service

6.4 Raccords

Raccords pour tuyaux flexibles onduleux

Type QB02S



Raccord à vis, taraudage
à joint conique,
à filetage Whitworth DIN EN 10226
(ISO 7/1)
en fonte ductile, brasé

Type de raccord	Température de service admissible	Pression de service admissible
QB02S	Chap. 7.3	Chap. 7.3

Dimensions en mm, Poids en kg

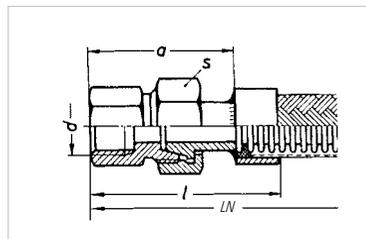
DN	6	8	10	12	16	20	25	32	40	50
d	Rp1/4	Rp1/4	Rp3/8	Rp1/2	Rp1/2	Rp3/4	Rp1	Rp1 1/4	Rp1 1/2	Rp2
a	52	52	54	59	59	65	70	78	85	94
l	60	62	64	71	73	81	88	98	107	119
s	28	28	32	39	39	48	55	67	74	90
Pds approx.	0,11	0,12	0,14	0,19	0,20	0,33	0,44	0,72	0,88	1,37

À préciser à la commande : type de raccordement, diamètre nominal (DN), température de service

6.4 Raccords

Raccords pour tuyaux flexibles onduleux

Type QB12W, Type QB22W, Type QB52W



Raccord à vis, taraudage
à joint conique, angle de cône 24°
compatible avec les formes d'alésage
W DIN 3861 L, DIN EN ISO 8434-1 à
filetage Whitworth DIN EN 10226 (ISO
7/1) en acier, en inox 1.4541 ou 1.4571
(raccord union en 1.4301) ou en laiton
soudé ou brasé

Type de raccord	Matériau	Température de service admissible
QB12W	Acier	300 °C
QB22W	Acier inoxydable	550 °C
QB52W	Laiton	250 °C

Dimensions en mm, Poids en kg

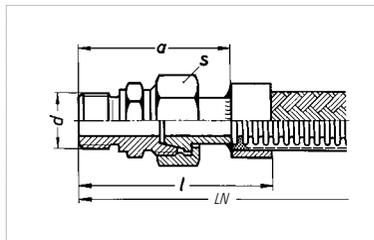
PN	100							63		
DN	6	8	10	12	16	20	25	32	40	50
d	Rp1/4	Rp1/4	Rp3/8	Rp1/2	Rp1/2	Rp3/4	Rp1	Rp1 1/4	Rp1 1/2	Rp2
a	43	44	47	52	53	60	66	71	75	83
l	51	54	57	64	67	76	84	91	97	108
s	17	19	22	27	32	36	41	50	60	70
Pds approx.	0,05	0,06	0,08	0,13	0,16	0,21	0,31	0,48	0,61	0,81

À préciser à la commande : type de raccordement, diamètre nominal (DN), température de service, no. de matériau pour les aciers spéciaux

6.4 Raccords

Raccords pour tuyaux flexibles onduleux

Type RB12W, Type RB22W, Type RB52W



Raccord à vis, filetage mâle à joint conique, angle de cône 24° compatible avec la forme d'alésage W selon DIN 3861 L, DIN EN ISO 8434-1 L à filetage Whitworth ISO 228/1 en acier, en inox 1.4541 ou 1.4571 (raccord union en 1.4301) ou en laiton, soudé ou brasé

Type de raccord	Matériau	Température de service admissible
RB12W	Acier	300 °C
RB22W	Acier inoxydable	550 °C
RB52W	Laiton	250 °C

Dimensions en mm, Poids en kg

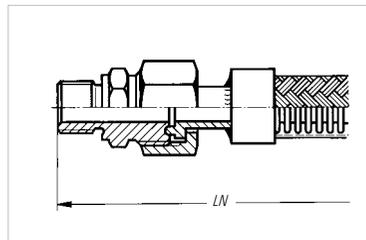
PN	100							63		
	6	8	10	12	16	20	25	32	40	50
d	G¼A	G¼A	G¾A	G¼A	G½A	G¾A	G1A	G1¼A	G1½A	G2A
a	49	51	54	59	60	68	74	79	83	92
l	57	61	64	71	74	84	92	99	105	117
s	17	19	22	27	32	36	41	50	60	70
Pds approx.	0,05	0,06	0,08	0,13	0,16	0,21	0,32	0,5	0,68	0,93

À préciser à la commande : type de raccordement, diamètre nominal (DN), température de service, no. de matériau pour les aciers spéciaux

6.4 Raccords

Raccords pour tuyaux flexibles onduleux

Applications spéciales Type RD16, Type RD26



Raccord à vis haute pression, filetage mâle sans joint intermédiaire, connexion métallique à filetage Whitworth ISO 228/1 en acier 1.0460 ou en inox soudé

Type de raccord		Matériau	Température de service admissible
PN 100	PN 200		
RD16S	RD16W	Acier	350 °C
RD26S	RD26W	Acier inoxydable	400 °C

Dimensions en mm, Poids en kg

Applications

- Haute pression (même avec pulsations ou vibrations)
- Vide
- Fluides critiques (par ex. vapeur surchauffée, huiles caloporteuses)
- Températures élevées

Diamètre nominal

DN 6 à DN 50

Pression de service

selon tableau, Classes de pression plus élevées sur demande

Température de service

selon tableau, Températures de service plus élevées sur demande

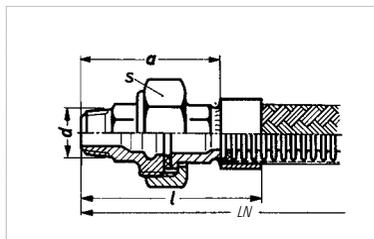
À préciser à la commande

- Type de raccord
- Diamètre nominal (DN)
- Température de service

6.4 Raccords

Raccords pour tuyaux flexibles onduleux

Type RE02S



Raccord à vis, filetage mâle
à joint plat,
à filetage Whitworth DIN EN 10226
(ISO 7/1)
en fonte ductile
brasé

Type de raccord	Température de service admissible	Pression de service admissible
RE02S	Chap. 7.3	Chap. 7.3

Dimensions en mm, Poids en kg

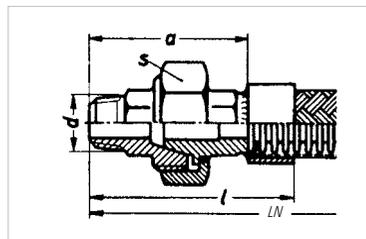
DN	12	16	20	25	32	40
d	R½	R½	R¾	R1	R1¼	R1½
a	77	77	86	93	103	111
l	89	91	102	111	123	133
s	39	39	48	55	67	74
Pds approx.	0,21	0,22	0,33	0,48	0,74	0,91

À préciser à la commande : type de raccordement, diamètre nominal (DN), température de service

6.4 Raccords

Raccords pour tuyaux flexibles onduleux

Typ RF02S



Raccord à vis, filetage mâle
à joint conique
à filetage Whitworth DIN EN 10226
(ISO 7/1)
en fonte ductile
brasé

Type de raccord	Température de service admissible	Pression de service admissible
RF02S	Chap. 7.3	Chap. 7.3

Dimensions en mm, Poids en kg

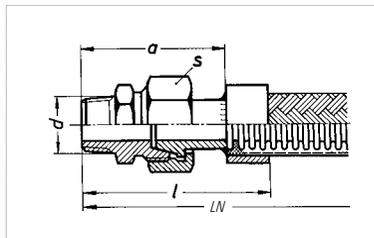
DN	6	8	10	12	16	20	25	32	40	50
d	R¼	R¼	R⅜	R½	R½	R¾	R1	R1¼	R1½	R2
a	66	66	69	77	77	86	93	103	111	123
l	74	76	79	89	91	102	111	123	133	148
s	28	28	32	39	39	50	55	67	74	90
Pds approx.	0,11	0,11	0,15	0,22	0,23	0,35	0,51	0,78	0,99	1,50

À préciser à la commande : type de raccordement, diamètre nominal (DN), température de service

6.4 Raccords

Raccords pour tuyaux flexibles onduleux

Type RF12W, Type RF22W, Type RF52W



Raccord à vis, filetage mâle à joint conique, angle de cône 24° compatible avec la forme d'alésage W DIN 3861L, DIN EN ISO 8434-1 à filetage Whitworth DIN EN 10226 (ISO 7/1) en acier ou en inox 1.4541 ou 1.4571 ou en laiton soudé ou brasé

Type de raccord	Matériau	Température de service admissible
RF12W	Acier	300 °C
RF22W	Acier inoxydable	550 °C
RF52W	Laiton	250 °C

Dimensions en mm, Poids en kg

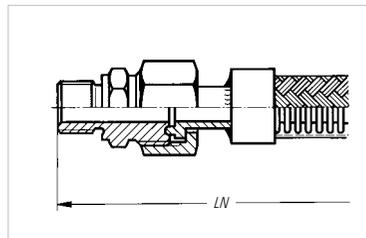
PN	100										63		
	6	8	10	12	16	20	25	32	40	50			
DN	R¼	R¼	R¾	R½	R½	R¾	R1	R1¼	R1½	R2			
d	47	49	52	59	60	67	74	80	82	93			
a	47	49	52	59	60	67	74	80	82	93			
l	55	59	62	71	74	83	92	100	104	118			
s	17	19	22	27	32	36	41	50	60	70			
Pds approx.	0,05	0,06	0,08	0,13	0,16	0,21	0,32	0,5	0,68	0,93			

À préciser à la commande : type de raccordement, diamètre nominal (DN), température de service, no. de matériau pour les aciers spéciaux

6.4 Raccords

Raccords pour tuyaux flexibles onduleux

Applications spéciales Type RM16, Type RM26



Raccord à vis haute pression, filetage mâle sans joint intermédiaire, connexion métallique à filetage métrique ISO conforme à DIN 13 en acier 1.0460 ou en inox soudé

Type de raccord		Matériau	Température de service admissible
PN 100	PN 200		
RM16S	RM16W	Acier	350 °C
RM26S	RM26W	Acier inoxydable	400 °C

Applications

- Haute pression (même avec pulsations ou vibrations)
- Vide
- Fluides critiques (par ex. vapeur surchauffée, huiles caloporteuses)
- Températures élevées

Diamètre nominal

DN 6 à DN 50

Pression de service

selon tableau, Classes de pression plus élevées sur demande

Température de service

selon tableau, Températures de service plus élevées sur demande

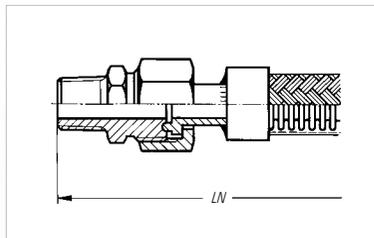
À préciser à la commande

- Type de raccord
- Diamètre nominal (DN)
- Température de service

6.4 Raccords

Raccords pour tuyaux flexibles onduleux

Type RN16, Type RN26 pour applications spéciales



Raccord à vis haute pression, filetage mâle sans joint intermédiaire, connexion métallique à filetage conique NPT ANSI B1.20.1 en acier 1.0460 ou en inox soudé

Type de raccord		Matériau	Température de service admissible
PN 100	PN 200		
RN16S	RN16W	Acier	350 °C
RN26S	RN26W	Acier inoxydable	400 °C

Applications

- Haute pression (même avec pulsations ou vibrations)
- Vide
- Températures élevées

Diamètre nominal

DN 6 à DN 50

Pression de service

selon tableau, Classes de pression plus élevées sur demande

Température de service

selon tableau, Températures de service plus élevées sur demande

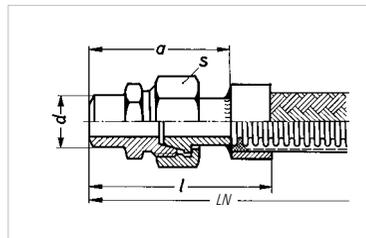
À préciser à la commande

- Type de raccord
- Diamètre nominal (DN)
- Température de service

6.4 Raccords

Raccords pour tuyaux flexibles onduleux

Type SS12W, Type SS22W



Raccord à vis extrémité à souder à joint conique, angle de cône 24° compatible avec la forme d'alésage W DIN 3861 L, DIN EN ISO 8434-1 L avec extrémité à souder, dimension de tube ISO en acier ou en inox 1.4541 ou 1.4571 soudé ou brasé

Type de raccord	Matériau	Température de service admissible
SS12W	Acier	300 °C
SS22W	Acier inoxydable	550 °C

Dimensions en mm, Poids en kg

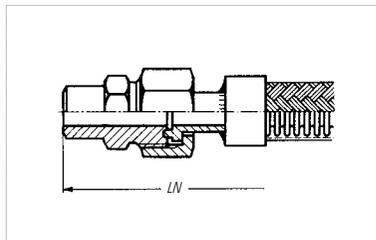
PN	100							63		
	DN	6	8	10	12	16	20	25	32	40
d	10,2	13,5	17,2	21,3	21,3	26,9	33,7	42,4	48,3	60,3
a	45	47	49	52	53	61	65	70	74	83
l	53	57	59	64	67	77	83	90	96	108
s	17	19	22	27	32	36	41	50	60	70
Pds approx.	0,04	0,05	0,07	0,11	0,13	0,23	0,29	0,44	0,64	1,01

À préciser à la commande : type de raccordement, diamètre nominal (DN), température de service, no. de matériau pour les aciers spéciaux

6.4 Raccords

Raccords pour tuyaux flexibles onduleux

Applications spécifiques Type ST16, Type ST26



Raccord à vis haute pression, embout à souder sans joint intermédiaire, étanchéité par contact métal métal en acier 1.0460 ou inox soudé

Type de raccord		Matériau	Température de service admissible
PN 100	PN 200		
ST16S	ST16W	Acier	350 °C
ST26S	ST26W	Acier inoxydable	400 °C

Applications

- Haute pression (même avec pulsations ou vibrations)
- Vide
- Fluides critiques (par ex. vapeur surchauffée, huiles caloporteuses)
- Températures élevées

Diamètre nominal

DN 6 à DN 50

Pression de service

selon tableau, classes de pression plus élevées sur demande

Température de service

selon tableau, températures de service plus élevées sur demande

À préciser à la commande

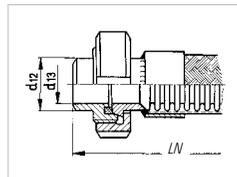
- Type de raccord
- Diamètre nominal (DN)
- Température de service

6.4 Raccords

Raccords pour tuyaux flexibles onduleux

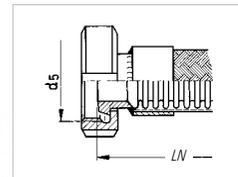
Applications spécifiques Type SY22S, Type SY22U, Type SY22V

Raccord à vis DIN 11851 pour applications alimentaires en inox 1.4301, soudé sans bavure et sans fissure, stérilisable

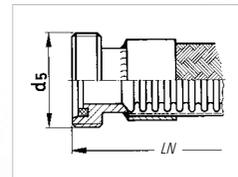


Type SY22S
Embout conique à écrou à rainures filet rond DIN 405.

Manchon fileté à extrémité à souder.



Type SY22U
Manchon conique à écrou à rainures filet rond DIN 405.



Type SY22V
Manchon fileté avec bague d'étanchéité.

Type de raccord	Matériau		Température de service admissible
	Raccord à vis	Bague d'étanchéité	
SY22S	Acier inoxydable 1.4301	NBR (Perbunan)	-20 à +230 °C en fonction du matériau d'étanchéité et du fluide
SY22U	autres matières	FPM (viton)	
SY22V	sur demande	MVQ (silicone) ou PTFE (téflon)	

Dimensions en mm

PN	40						25			
	10	16	20	25	32	40	50	65	80	100
d4*	13	19	23	29	35	41	53	70	85	104
d1*	10	16	20	26	32	38	50	66	81	100
d5	Rd28x1/8	Rd34x1/8	Rd44x1/8	Rd52x1/8	Rd58x1/8	Rd65x1/8	Rd78x1/8	Rd95x1/8	Rd110x1/8	Rd130x1/8

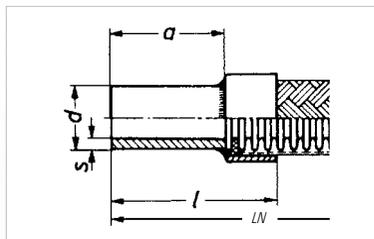
* disponible également sur demande en dimensions de tube ISO, cf. page 95

À préciser à la commande : type de raccordement, diamètre nominal (DN), température de service, matériaux de la bague d'étanchéité ou fluide, pression.

6.4 Raccords

Raccords pour tuyaux flexibles onduleux

Type UA12S, Type UA22S



Tube de raccordement
Extrémité à souder avec
dimensions ISO
en acier ou en inox
1.4541 ou 1.4571
soudé ou brasé

Type de raccord	Matériau	Température de service admissible
UA12S	Acier	480 °C
UA22S	Acier inoxydable	550 °C

Dimensions en mm, Poids en kg

PN	160				100				40								16	
	8	10	12	16	20	25	32	40	50	65	80	100	125	150	200	250	300	
d	10,0 ²⁾	13,5	17,2	21,3	26,9	33,7	42,4	48,3	60,3	76,1	88,9	114,3	139,7	168,3	219,1	273	323,9	
s	1,5 ²⁾	1,8 ¹⁾	1,8 ¹⁾	2	2,3	2,6	2,6	2,6	2,9	2,9	3,2	3,6	4	4,5	6,3	6,3	7,1	
a	50	55	55	60	60	65	65	70	70	75	80	85	85	90	100	100	120	
l	60	65	67	74	76	83	85	92	95	103	110	117	121	130	145	150	175	
Pds approx.	0,04	0,05	0,06	0,08	0,13	0,18	0,26	0,30	0,41	0,55	0,74	1,10	1,54	2,14	3,83	5,13	7,95	

¹⁾ en inox : s = 1,6

²⁾ en acier 10,2 x 1,6

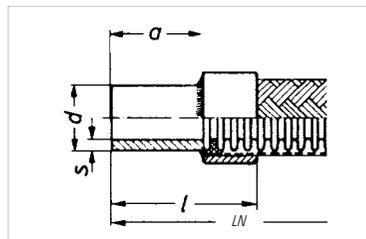
Choix de la nuance pour les aciers : voir chapitre 7.2

À préciser à la commande : type de raccord, diamètre nominal (DN), température de service, nuance pour les aciers spéciaux

6.4 Raccords

Raccords pour tuyaux flexibles onduleux

Type UD12Q, Type UD22Q



Tube de raccordement
Manchon de précision pour raccord
à vis à bague taillante,
DIN EN ISO 8434-1 (série L)
en acier ou en inox
1.4541 ou 1.4571
soudé ou brasé

Type de raccord	Matériau	Température de service admissible
UD12Q	Acier	300 °C
UD22Q	Acier inoxydable	550 °C

Dimensions en mm, Poids en kg

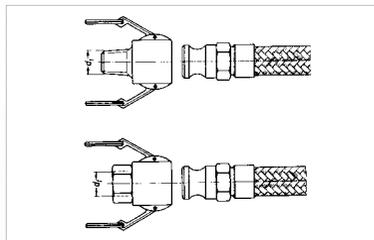
PN	250					160		100		
	4*	6*	8*	10*	12*	16*	20*	25	32	40
d	6	8	10	12	15	18	22	28	35	42
s	1	1	1,5	1,5	2	1,5	2	2	2	3
a	28	28	30	30	32	32	36	40	45	45
l	36	36	40	40	44	46	52	58	65	67
Pds approx.	0,02	0,02	0,02	0,03	0,04	0,04	0,06	0,10	0,14	0,18

* également compatibles avec les raccords Swagelok® pour dimensions de tube métrique

À préciser à la commande : type de raccord, diamètre nominal (DN), température de service, nuance pour les aciers spéciaux

Raccords pour tuyaux flexibles onduleux

Type WA22S, Type WA32S

**Raccord rapide**

Coupleur à cames DIN EN 14420-7
à taraudage Whitworth ISO 228/1 ou
à filetage Whitworth DIN EN 10226
(ISO 7/1)
en laiton ou en acier spécial
soudé ou brasé

Type de raccord	Matériau		Pression de service admissible	Température de service admissible
	Raccord rapide	Bague d'étanchéité		
WA22S	Acier inoxydable	NBR (Perbunan)	16 bar	65 °C (NBR)
WA32S	Laiton	FPM (viton)		FPM sur demande

DN	20	25	32	40	50	65	80	100
d1 R/G	¾	1	1 ¼	1 ½	2	2 ½	3	4

Ce raccord rapide se distingue notamment par sa facilité d'utilisation, la rapidité du montage, sa robustesse de construction et sa longévité.

La connexion s'effectue en accouplant les deux embouts et en basculant les deux leviers des cames pour garantir la sécurité et la résistance à la pression. L'accouplement étant réalisé par compression du joint sans mouvement de rotation, la connexion s'effectue donc sans torsion susceptible d'endommager le tuyau.

Domaines d'application

Les raccords à cames DIN EN 14420-7 servent à connecter les tuyaux à raccords pour le transport de matières liquides ou solide et de gaz, hormis le gaz liquide et la vapeur. Leur utilisation pour des matières soumises à la directive relative aux matières dangereuses (Décret sur les substances dangereuses - GefStoffV) doit faire l'objet d'une vérification spécifique. Les raccords peuvent supporter une pression de -800 mbar à 16 bar pour une température de fonctionnement de -20 °C à +65 °C.

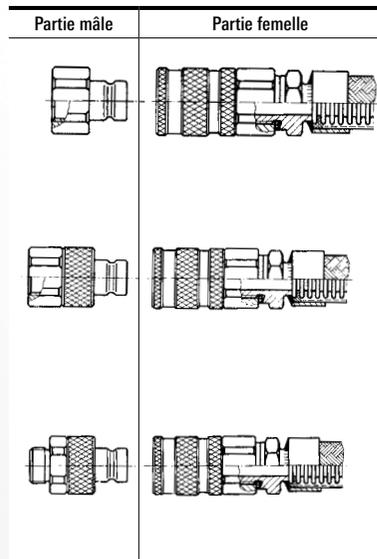
ATTENTION : Réduire impérativement la pression de la conduite avant le déverrouillage des cames.

À préciser à la commande : type de raccord, diamètre nominal (DN), température de service, taraudage ou filetage, matériau du joint d'étanchéité ou Fluide, pression.

Si la commande porte uniquement sur une moitié de raccord, préciser impérativement s'il s'agit de la partie mâle ou femelle. Autres DN sur demande

Raccords pour tuyaux flexibles onduleux

Type WB12S, Type WB22S, Type WB52S

**Version 1**

Raccord rapide (partie femelle) –
auto-obturant après découplage
About (partie mâle)
à taraudage – passage libre

Version 2

Raccord rapide (partie femelle) –
auto-obturant après découplage
About obturateur (partie mâle)
à taraudage – auto-obturant après
découplage

Version 3

Raccord rapide (partie femelle) – auto-
obturant après découplage
About obturateur (partie mâle)
à filetage mâle –
auto-obturant après découplage

Raccord rapide auto-obturant

fixé sur le tuyau par un raccord fileté du type MA ... (page 145)
comprenant un coupleur obturateur (partie femelle) et un about (partie mâle)
Filetage : Whitworth ISO 228/1

Type de raccord	DN	Matériau		Température de service admissible
P_{adm} bar et vide	Raccord	Bague d'étanchéité		
WB12S 30-100 bar	4-50	Acier galvanisé	NBR (Perbunan)	-50 à +200 °C en fonction du matériau d'étanchéité et du fluide
WB22S 20-200 bar		Acier inoxydable	FPM (viton)	
WB52S 20-200 bar		Laiton	EP (Éthylène-Propylène)	

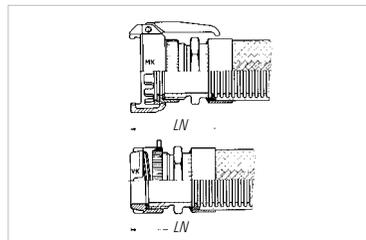
Diamètre nominal DN 4 à DN 50. PN jusqu'à 400 bar, en fonction du DN.

À préciser à la commande : type de raccordement, diamètre nominal (DN), température de service, version, matière du joint d'étanchéité ou fluide, pression.

Autres matériaux et autres configurations sur demande.

Raccords pour tuyaux flexibles onduleux

Type WC22S, Type WC52S



Raccord rapide pour camion citerne DIN EN 14420-6
fixé sur le tuyau
par un raccord fileté du type MA ... (page 145)
comprenant une partie femelle tournante
(coupleur type MK) avec poignée ou
une partie mâle fixe (coupleur type VK)

Les deux types de raccord (mâle ou femelle) peuvent être montés sur le tuyau.
Connexion : filetage Whitworth conforme à ISO 228/1

Type de raccord	Matériau		Température de service admissible
	Raccord	Bague d'étanchéité	
PN10			
WC22S	Acier inoxydable	AU, EU (Vulkollan) NBR (perbunan) FPM (viton) CSM (Hypalon) ou PTFE (téflon)	100 °C
WC52S	Laiton		

DN	50	80	100
Désignation pour :			
Partie mâle	VK50	VK80	VK100
Partie femelle	MK50	MK80	MK100

À préciser à la commande : type de raccordement, température de service, désignation du diamètre nominal de la partie mâle et/ou femelle, matière du joint d'étanchéité et fluide, pression.

Températures plus élevées sur demande

Raccords pour montage sur site

Les raccords à monter sur site permettent l'assemblage rapide et économique de tuyaux métalliques flexibles HYDRA directement sur le chantier. Le flexible est fourni au mètre, mis à longueur sur le lieu de service et muni des raccords appropriés. Les raccords suivants conviennent pour le montage sur site :

Type de flexible	Diamètre nominal	Pression de service	Pression de service avec raccord à vis HYDRA Quick
RS 341S00	DN 10 – DN 25 DN 32	20 bar 2,5 bar	6 bar 2,5 bar
RS 351S00 (sur demande)	DN 12 DN 16 DN 20 DN 25	18 bar 17 bar 9 bar 10 bar	6 bar
IX 331S00 (sur demande)	DN 12 DN 16 DN 20 DN 25	34 bar 18 bar 18 bar 16 bar	6 bar
RS 331S12	DN 6 – DN 50	16 bar	-

Les raccords pour les tuyaux du type RS 341S00 et RS 331S12 sont spécifiés ci-après. Les informations pour l'assemblage sur site du RS 351 et du IX 331 sont disponibles sur demande.

Les pressions de service des tuyaux sans tresse sont étudiées pour ne pas dépasser une dilatation rémanente de 2%.

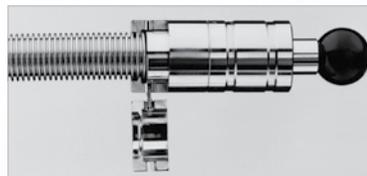
Les flexibles métalliques avec raccords pour montage sur site ne doivent pas être utilisées en sollicitation dynamique, comme par ex. mouvements fréquents, vibrations et coups de bélier, fluides dangereux et huiles thermiques.

Instructions de montage RS 341S00

1. Coupez le flexible à la longueur voulue, dans le creux d'une onde, à l'aide d'un coupe-tube



2. Montez l'écrou tournant en le faisant glisser



3. Tirez le percuteur et ouvrez le dispositif de serrage. Insérez le creux de la deuxième onde du flexible dans le dispositif de serrage.



4. Refermez le dispositif de serrage. Aplatissez deux ondes à l'aide du percuteur pour former le bord.



5. Poussez la bavure vers l'intérieur à l'aide de l'outil d'ébavurage

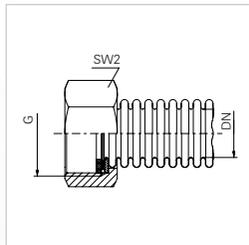


6. Positionnez la rondelle dans le premier creux d'onde et serrez-la pour la refermer. Insérez le joint. Montez le raccord fileté et serrez à l'aide de deux clés plates.

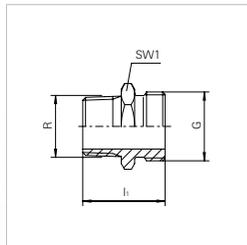
6.4 Raccords

Raccords pour montage sur site RS 341S00

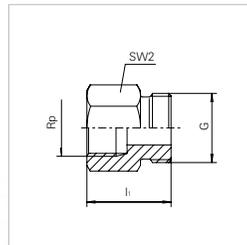
Type NA50S Raccord fileté démontable



Type NA50S - Raccord union



Type MA50S - Filetage mâle



Type MA50S - Taraudage

Kit comprenant : raccord union en laiton à joint plat, anneau de serrage en inox, joint (AFM 34)

DN	Type	Kit raccord fileté DIN EN ISO 228-1	Clé 2	Poids approx.	No. de commande
-	-	-	mm	kg	-
10	NA50S	G ½	24	0,026	379144
12	NA50S	G ½	24	0,026	377093
16	NA50S	G ¾	30	0,036	377094
20	NA50S	G 1	38	0,076	377095
25	NA50S	G 1 ¼	46	0,097	377096
32*	NA50S	G 1 ½	55	0,152	377097

* assemblage uniquement dans nos usines

6.4 Raccords

Raccords pour montage sur site RS 341S00

Type MA50S Raccord fileté démontable

Pièce filetée en laiton, filetage compatible avec le raccord fileté type NA50S

DN	Type	Pièce filetée à filetage mâle		l1	Clé 1	Poids approx.	No. de commande
		DIN EN 10226-1	DIN EN ISO 228-1				
-	-	-	-	mm	mm	kg	-
10	MA50S	R ¾	G ¾	27,0	19	0,045	275486
12	MA50S	R ½	G ½	33,0	22	0,060	275487
16	MA50S	R ½	G ¾	34,0	27	0,070	284264
20	MA50S	R ¾	G 1	38,0	36	0,126	275489
25	MA50S	R 1	G 1 ¼	45,5	46	0,244	080142
32	MA50S	R 1 ¼	G 1 ½	48,0	50	0,298	086459

Pièce filetée en laiton, taraudage compatible avec le raccord fileté type NA50S

DN	Type	Pièce filetée, taraudage		l1	Clé 2	Poids approx.	No. de commande
		DIN EN 10226-1	DIN EN ISO 228-1				
-	-	-	-	mm	mm	kg	-
10	MA50S	Rp ¾	G ¾	26,0	22	0,043	275491
12	MA50S	Rp ½	G ½	29,0	27	0,070	275495
16	MA50S	Rp ½	G ¾	29,0	27	0,075	275496
20	MA50S	Rp ¾	G 1	33,0	36	0,156	275497
25	MA50S	Rp 1	G 1 ¼	37,0	41	0,309	328006
32	MA50S	Rp 1 ¼	G 1 ½	42,0	50	0,31	315474

6.4 Raccords

Raccords pour montage sur site RS 341S00

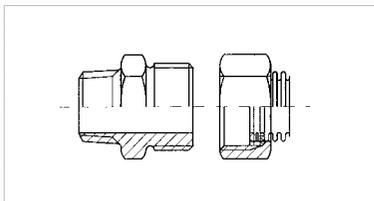


Fig. 1
Raccord vissé mâle

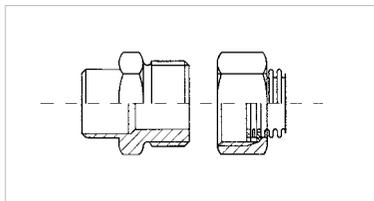


Fig. 2
Raccord vissé, pièce fileté à extrémité à souder ISO ou embout : type tube de précision pour bague taillante

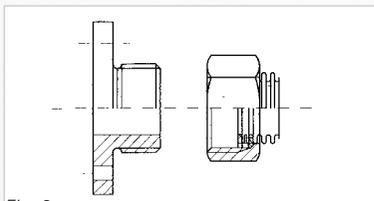


Fig. 3
Raccord vissé
Pièce fileté à bride
PN 20 1.4301.

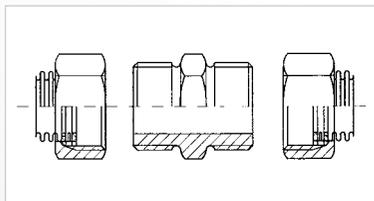


Fig. 4
Nipple double :
- 1 adaptateur
- 2 écrous

Remarque

Tous les kits sont fournis avec le nombre nécessaire d'anneaux de serrage (monobloc) et de joints (graphite Sigraflex pour l'acier inoxydable ou AFM 34 pour le laiton).

6.4 Raccords

Raccords vissés

DN	Raccord vissé 1 Référence		Raccord vissé 2 Référence		Raccord vissé 3 Référence
	Acier inoxydable 1.4301 RE20S	Laiton RE50S	Raccord à souder SS20S	Tube de précision SS20S	Acier inoxydable 1.4301/1.4541 KB20E
-					
12	340 287	294 708	340 289	393 001	-
16	340 210	294 709	340 213	393 000	340 203
20	340 211	295 004	340 215	393 002	340 204
25	340 212	295 005	340 216	393 003	340 206

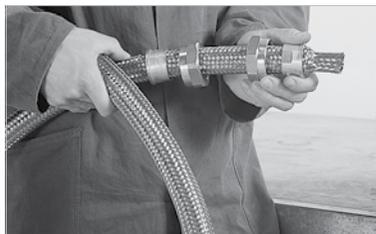
Raccord de liaison

DN	Raccord de liaison Fig. 4 Référence		Réduction Référence	
	Acier inoxydable 1.4301 WN20S	Laiton WN50S	DN	Acier inoxydable 1.4301 WN20S
-			-	
12	340 286	319 947	-	-
16	340 207	319 948	16/12	426 120
20	340 208	319 949	-	-
25	340 209	319 950	20/25	426 122

Dimensions des raccords

DN	Écrou		Raccords Filetage mâle	Raccord à souder	Tube de précision à souder	Clé à utiliser
	Filetage	Clé à utiliser				
-	-	D sur plats	-	mm	mm	D sur plats
12	G ½	24	R ½	17,2 x 1,8	12 x 1,5 x 32 15 x 2 x 32	22
16	G ¾	30	R ½	21,3 x 2,0	18 x 1,5 x 32	27
20	G 1	41	R ¾	26,9 x 2,3	22 x 2 x 36	36
25	G 1¼	46	R 1	33,7 x 2,6	28 x 2 x 40	46

Instructions de montage RS 331S12



Glisser l'insert et l'écrou des deux extrémités sur le tuyau tressé. Mesurer la longueur de tuyau voulue et couper la tresse tout autour à l'aide d'une cisaille.



Élargir légèrement la tresse à l'extrémité du tuyau et placer les deux moitiés du clip de montage entre la troisième et la quatrième onde du tuyau.



Dénuder légèrement le tuyau et couper celui-ci à la longueur voulue dans un creux d'onde, parallèlement à l'axe du tuyau. La meilleure coupe sera obtenue sur une scie circulaire à denture fine et à haute vitesse de rotation. Ébavurer si nécessaire.



Pousser l'insert vers l'avant jusqu'à ce qu'il repose bien sur la bague. Lisser en même temps la tresse afin qu'elle porte uniformément sur toute la longueur du tuyau. À l'aide de la cisaille, couper les extrémités de la tresse à fleur de la bague.

Instructions de montage RS 331S12



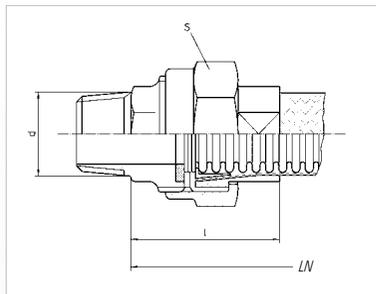
Serrer le tuyau dans un étau sur l'insert (ne pas serrer directement le tuyau dans l'étau !). Avec de légers coups de marteau, aplatir les trois ondes qui dépassent du tuyau pour former un joint d'étanchéité. Pour cela, l'idéal est d'utiliser un goujon correspondant au diamètre intérieur du tuyau.



Ramener l'écrou tournant sur la bague et placer dans l'étau. Monter le raccord avec le joint et serrer avec la clé six pans sans forcer. Ne serrer l'écrou qu'après le montage sur la tuyauterie. Protéger le tuyau d'éventuelles rotations pouvant l'endommager en tenant la pièce.

6.4 Raccords

Raccords pour montage sur site RS 331S12



Type RE58W

Raccord à visser, filetage mâle, laiton, joint plat

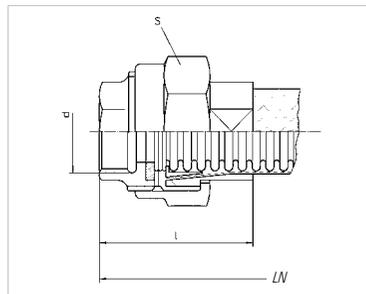
Kit comprenant la pièce filetée, l'écrou tournant, l'insert, le clip de montage et le joint (AFM 34)

DN	Type	Filetage mâle d	Dimensions s	l	Poids approx.	No. de commande
-	-	DIN EN 10226-1	mm	mm	kg/pièce	-
6	RE58W	R ¼R ¼	24	41	0,09	87542
8	RE58W	R ¼R ¼	27	43	0,10	87543
10	RE58W	R ⅜	30	47	0,11	87544
12	RE58W	R ½	32	55	0,15	87545
16	RE58W	R ½	41	59	0,25	87546
20	RE58W	R ¾	46	62	0,37	87547
25	RE58W	R 1	55	68	0,50	87548
32	RE58W	R 1¼	65	71	0,76	87549

Pour les fluides très liquides ou agressifs soumis à des hautes pressions, des raccords mobiles sont recommandés, mais ne sont pas adaptés pour le gaz. Dans ces cas veuillez nous adresser votre demande avec des indications de contrainte, température, pression et débit moyen.

6.4 Raccords

Raccords pour montage sur site RS 331S12



Type QA58W

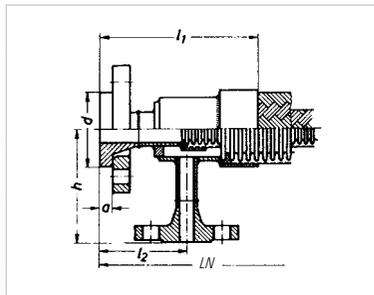
Raccord à visser, taraudage, laiton, joint plat, *DIN 40 - 50 en acier de décolletage Kit comprenant la pièce filetée, l'écrou tournant, l'insert, le clip de montage et le joint (AFM 34)

DN	Type	Filetage mâle d	Dimensions s	l	Poids approx.	No. de commande
-	-	DIN EN 10226-1	mm	mm	kg/pièce	-
6	QA58W	Rp ¼	24	31	0,08	87522
8	QA58W	Rp ¼	27	34	0,09	87523
10	QA58W	Rp ⅜	30	37	0,10	87524
12	QA58W	Rp ½	32	42	0,14	87525
16	QA58W	Rp ½	41	45	0,24	87526
20	QA58W	Rp ¾	46	46	0,31	87527
25	QA58W	Rp 1	55	50	0,42	87528
32	QA58W	Rp 1¼	65	52	0,59	87529
40*	QA18W	Rp 1½	75	64	0,75	87538
50*	QA18W	R 2	90	70	1,08	87539

Pour les fluides très liquides ou agressifs soumis à des hautes pressions, des raccords mobiles sont recommandés, mais ne sont pas adaptés pour le gaz. Dans ces cas veuillez nous adresser votre demande avec des indications de contrainte, température, pression et débit moyen.

6.5 Tuyauteries flexibles onduleuses HYDRA®

Tuyauterie flexible double enveloppe HYDRA, raccords à chaque extrémité



- Conduite intérieure :
Bride tournante DIN PN 16 ou 40
- Conduite extérieure :
Bride à colerette à souder DIN PN 16 ou 40, sur collet soudé

Type de raccord	Matériau		Température de service admissible	
	Bride Conduite intérieure	Bride Conduite extérieure	Conduite intérieure	Conduite extérieure
1AA1GG1	Acier	Acier	300 °C	300 °C
1AA8GG1	Acier inoxydable 1.4541 ou 1.4571	Acier	450 °C	400 °C

Pour le type 1AA8GG1, toutes les pièces en contact avec le fluide du tuyau intérieur sont en acier inoxydable

Dimensions en mm, Poids en kg

DN conduite intérieure	10	16	20	25	32	40	50	65	80	100	150
DN conduite extérieure	25	32	40	50	50	65	80	100	125	150	200
d raccord à vis	10	10	15	15	15	15	20	20	20	20	25
d	40	45	58	68	78	88	102	122	138	158	212
a	10	10	12	12	12	12	14	14	16	16	18
l1	108	110	122	135	140	148	160	167	191	205	235
l2	65	65	75	80	80	80	90	90	100	100	115
h	90	95	95	100	105	110	125	135	145	160	195
Pds approx.	1,5	1,7	2,1	2,7	3,4	4,0	5,3	6,5	8,5	10,5	17,8

Sélection du matériau pour les aciers : voir chapitre 7.2

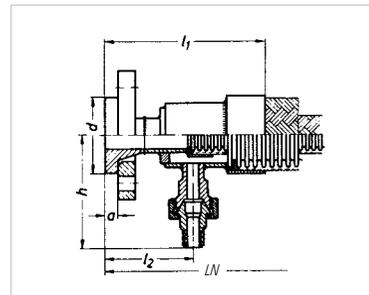
À préciser à la commande :

1. Diamètre nominal (DN) de la conduite intérieure, matière, longueur nominale (LN)
2. Type de raccord, matière
3. Pression de service max., température de service max.
4. Fluide transporté dans les conduites intérieure et extérieure
5. Configuration de montage et mouvement
6. Catégorie selon la directive relative aux équipements sous pression.

Autres raccords sur demande.

6.5 Tuyauteries flexibles onduleuses HYDRA®

Tuyauterie flexible double enveloppe HYDRA, raccords à chaque extrémité



- Conduite intérieure :
Bride tournante DIN PN 16 ou 40, soudée
- Conduite extérieure :
Raccord à vis filetage mâle en fonte ductile, joint conique, à filetage Whitworth DIN 2999 (ISO 7/1), brasé

Type de raccord	Matériau		Température de service admissible	
	Bride Conduite intérieure	Raccord à vis Conduite extérieure	Conduite intérieure	Conduite extérieure
1AA1RRO	Acier	Fonte ductile	300 °C	300 °C
1AA8RRO	Acier inoxydable 1.4541 ou 1.4571	Fonte ductile	450 °C	300 °C

Pour le type 1AA8RRO, toutes les pièces en contact avec le fluide du tuyau intérieur sont en acier inoxydable

Dimensions en mm, Poids en kg

DN conduite intérieure	10	16	20	25	32	40	50	65	80	100	150
DN conduite extérieure	25	32	40	50	50	65	80	100	125	150	200
d raccord à vis	R 3/8	R 3/8	R 1/2	R 1/2	R 1/2	R 1/2	R 3/4	R 3/4	R 3/4	R 3/4	R 1
d	40	45	58	68	78	88	102	122	138	158	212
a	10	10	12	12	12	12	14	14	16	16	18
l1	108	110	122	135	140	148	160	167	191	205	235
l2	65	65	75	80	80	80	90	90	100	100	115
h	85	90	105	110	115	120	135	145	155	170	210
Pds approx.	1,1	1,3	1,7	2,3	3,0	3,5	4,7	5,8	7,8	9,7	17,0

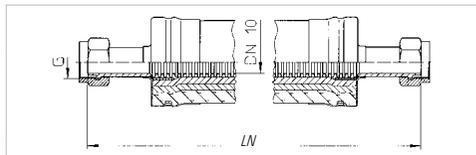
À préciser à la commande :

1. Diamètre nominal (DN) de la conduite intérieure, matière, longueur nominale (LN)
2. Type de raccord, matière
3. Pression de service max., température de service max.
4. Fluide transporté dans les conduites intérieure et extérieure
5. Configuration de montage et mouvement
6. Catégorie selon la directive relative aux équipements sous pression.

Autres raccords sur demande.

6.5 Tuyauteries flexibles onduleuses HYDRA®

Tuyau flexible d'isolation HYDRA



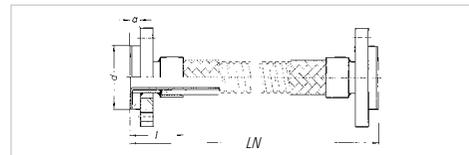
- Matière du tuyau flexible onduleux : 1.4404
- Matière de l'écrou : 1.4301 ou similaire
- Température du Fluide : max. 300 °C
- Pression de service : 16 bar à 20 °C
8,5 bar à 300 °C
- Dimensions et raccords :

DN	G	Pression de service admissible à 20 °C	Diamètre extérieur	Longueur nominale LN
-	-	P_{nd}	-	-
-	-	bar	mm	mm
10	M 16 x 1	16	40	500 1000 1500 2000

Autres raccords et LN sur demande

6.5 Tuyauteries flexibles onduleuses HYDRA®

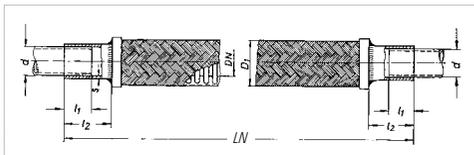
Tuyauteries flexibles avec revêtement PTFE HYDRA



- Chemisage : PTFE selon ASTM D 4895
Épaisseur de paroi standard 1,8 mm en option 3, 4 ou 5 mm.
- Tresse et gaine agrafée de protection : 1.4301
- Température du Fluide : -40 °C à 230 °C
- Raccords : Manchon à collet bride tournante en acier ou en inox à chaque extrémité

DN	d	a	l	Rayon de courbure minimum	Pression de service admissible à 20 °C	Dépression admissible à 20 °C	Poids Tuyau	Poids Raccords	Longueur nominale max
-	-	-	-	r_{min}	P_{nd}	-	-	-	-
-	mm	mm	mm	mm	bar	bar	kg/m	kg	m
15	45	10	36	325	25	0,35	0,35	0,77	6
20	58	12	40	325	25	0,35	1,00	1,05	6
25	68	12	43	350	25	0,35	1,29	1,34	6
32	78	12	48	400	25	0,35	1,52	1,97	6
40	88	12	52	550	25	0,35	2,40	2,25	6
50	102	14	52	750	25	0,35	2,79	2,74	6
65	122	14	54	1000	20	0,5	4,80	3,70	6
80	138	16	70	1300	16	0,5	5,73	4,55	6
100	158	16	73	1500	12,5	0,7	8,06	5,17	6

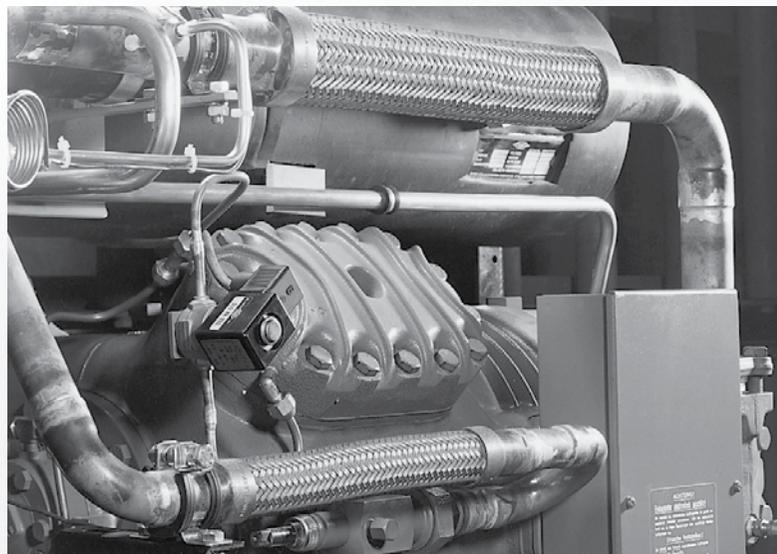
Éliminateurs de vibration HYDRA



Les éliminateurs de vibration HYDRA sont principalement utilisés dans la technique du froid.

- DN 8 à DN 50 :
Matière tuyau flexible onduleux 2.1010
Matière tresse 2.1016
- DN 65 à DN 100 :
Matière tuyau flexible onduleux 1.4404 ou 1.4541
Matière tresse 1.4301
- Température du Fluide :
-70 °C à 200 °C
- Résistant au gel
- Pression de service :
30 bar à 20 °C
En cas de température plus élevée, réduire la pression suivant Tab. 6.1.1.
Limite d'éclatement $S > 3$
- Amplitudes de vibration admissibles :
± 1 mm en fonctionnement continu
± 5 mm en mode démarrage/arrêt
- Résistance :
Les éliminateurs de vibration HYDRA sont résistants aux agents réfrigérants non corrosifs usuels tels que R134a ou R502. Pour l'agent réfrigérant ammoniac NH_3 (R717), les éliminateurs de vibration doivent être en inox.
- Dimensions et raccords :
Les éliminateurs de vibration HYDRA peuvent être assemblés avec des embouts en cote métrique ou en cote pouce. Les embouts à brasage intérieur sont conçus de manière à ne nécessiter aucun autre raccord à braser. Ils peuvent être glissés directement dans la conduite en cuivre et fixés par brasage capillaire. Ils peuvent être livrés en option avec des embouts à brasage intérieur plus longs.

- Versions disponibles sur stock :
VX 11 Dimensions des raccords selon DIN 2856, embouts à braser standard
VX 12 Dimensions des raccords selon DIN 2856, embouts à braser rallongés
VX 21 Dimensions des raccords selon ASME/ANSI/B 16.22, embouts à braser standard
- Disponibles sur demande, délais de livraison courts :
VX 22 Dimensions des raccords selon ASME/ANSI/B 16.22, embouts à braser rallongés
VX 31 Dimensions des raccords selon DIN 2856, embouts à braser standard et rallongés
VX 33 Dimensions des raccords selon ASME/ANSI/B 16.22, embouts à braser standard et rallongés
VX 41 Dimensions des raccords selon DIN EN ISO 1127 D3/T3
- Marquage :
Code fabricant, type, pression nominale, année de fabrication, diamètre du raccord de la tuyauterie extérieure



6.5 Tuyauteries flexibles onduleuses HYDRA®

Tuyauteries gaz HYDRA conformes à DIN 3384

Tuyaux flexibles onduleux, série RS 331 S 00 et S 12, les DN 6 à DN 150 sont homologués pour une pression de 16 bar max. selon DIN 3384. Les dimensions sont données au chapitre 6.3. Les classes de pression selon DIN 3384 sont données page suivante. Il est impératif d'utiliser exclusivement des raccords conformes à DIN 3384 pour le raccordement du flexible à l'arrivée de gaz.

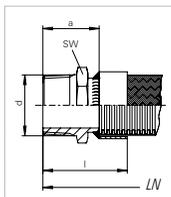
6.5 Tuyauteries flexibles onduleuses HYDRA®

RS 321 ondulation étroite, ultra-flexible				RS 331 / 330 / 430 ondulation normale				RS 341 ondulation large			
DN	Type	Technique de connexion		DN	Type	Technique de connexion		DN	Type	Technique de connexion	
		soudé	brasé			soudé	brasé			soudé	brasé
–	–	PN	PN	–	–	PN	PN	–	–	PN	PN
6	RS 321L00	16	4	6	RS 331L00	16	4	6	RS 341L00	16	4
6	RS 321L12	16	4	6	RS 331L12	16	4	6	RS 341L12	16	4
8	RS 321L00	16	4	8	RS 331L00	16	4	8	RS 341L00	16	4
8	RS 321L12	16	4	8	RS 331L12	16	4	8	RS 341L12	16	4
10	RS 321L00	10	4	10	RS 331L00	16	4	10	RS 341L00	16	4
10	RS 321L12	16	4	10	RS 331L12	16	4	10	RS 341L12	16	4
12	RS 321L00	6	4	12	RS 331L00	10	4	12	RS 341L00	16	4
12	RS 321L12	16	4	12	RS 331L12	16	4	12	RS 341L12	16	4
16	RS 321L00	6	4	16	RS 331L00	6	4	16	RS 341L00	16	4
16	RS 321L12	16	4	16	RS 331L12	16	4	16	RS 341L12	16	4
20	RS 321L00	4	4	20	RS 331L00	4	4	20	RS 341L00	16	4
20	RS 321L12	16	4	20	RS 331L12	16	4	20	RS 341L12	16	4
25	RS 321L00	4	4	25	RS 331L00	4	4	25	RS 341L00	16	4
25	RS 321L12	16	5	25	RS 331L12	16	4	25	RS 341L12	16	4
32	RS 321L00	2,5	1	32	RS 331L00	2,5	1	32	RS 341L00	2,5	1
32	RS 321L12	16	1	32	RS 331L12	16	1	32	RS 341L12	16	1
40	RS 321L00	0,5	0,5	40	RS 331L00	2,5	1	40	RS 341L00	2,5	1
40	RS 321L12	16	1	40	RS 331L12	16	1	40	RS 341L12	16	1
50	RS 321L00	0,5	0,5	50	RS 331L00	0,5	0,5	50	RS 341L00	2,5	1
50	RS 321L12	16	1	50	RS 331L12	16	1	50	RS 341L12	16	1
				65	RS 331L00	0,5	0,5	65	RS 341L00	4	-
				65	RS 331L12	16	1	65	RS 341L12	16	-
				80	RS 331L00	0,5	0,5	80	RS 341L00	4	-
				80	RS 331L12	16	1	80	RS 341L12	16	-
				100	RS 331L00	0,5	0,5	100	RS 341L00	2,5	-
				100	RS 331L12	10	1	100	RS 341L12	16	-
				100	RS 430L22	16	-				
				125	RS 330L00	0,5	-				
				125	RS 330L12	6	-				
				125	RS 430L22	16	-				
				150	RS 330L00	0,5	-				
				150	RS 330L12	6	-				
				150	RS 430L92	16	-				

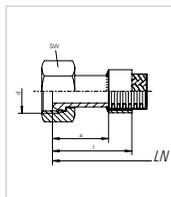
* Les données entre parenthèses s'appliquent aux joints avec étanchéité dans le filetage.

Raccords

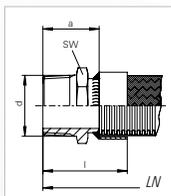
Type MH
02/12/22/52S
Mamelon hexagonal à filetage mâle
Whitworth
DIN EN 10226
(ISO 7/1)



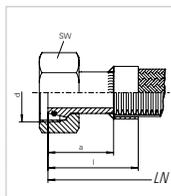
Type NF 12/22/52S
Nipple sphérique
DIN 3863,
Écrou filetage
Whitworth
ISO 228/1



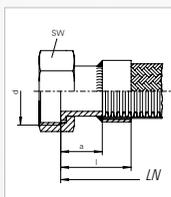
Type MH 32S
Mamelon hexagonal à filetage mâle
Whitworth
DIN EN 10226
(ISO 7/1)



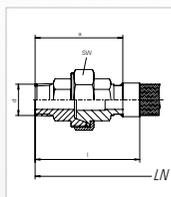
Type NN 12/22Q,
NN 12/22R
Cône d'étanchéité
24° à joint torique,
Écrou
DIN ISO 12151-2



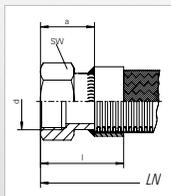
Type NA 12/22/52S
Manchon à collet à joint plat,
Écrou à filetage
Whitworth
ISO 228/1



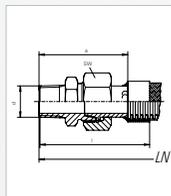
Type RF 02S/92S
Raccord à vis à joint conique à filetage mâle
Whitworth
DIN EN 10226
(ISO 7/1)



Type LA 12/22/52S
Mamelon hexagonal à taraudage
Whitworth
DIN EN 10226
(ISO 7/1)

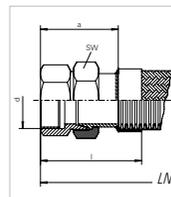


Type RF 12/22/52W
Raccord à vis à joint conique
Filetage mâle
Whitworth
DIN EN 10226
(ISO 7/1)

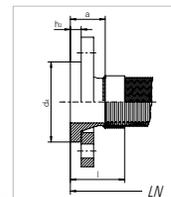


Raccords

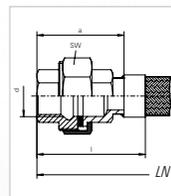
Type QB
12/22/52W/92S
Raccord à vis à joint conique
Taraudage Whitworth
DIN EN 10226
(ISO 7/1)



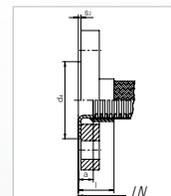
Type AB 12/82E
Raccord à bride, tournant
Collerette à souder,
Bride tournante



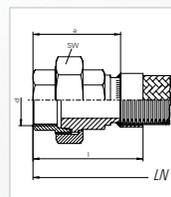
Type QA 02S
Raccord à vis à joint plat
taraudage Whitworth
DIN EN 10226
(ISO 7/1)



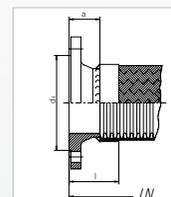
Type CA 82 E
Type CA 82/22
Raccord à bride, tournant
Collet à souder,
Bride tournante



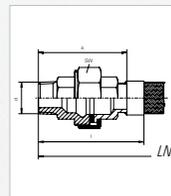
Type QB 02S/92S
Raccord à vis à joint conique
taraudage Whitworth
DIN EN 10226
(ISO 7/1)



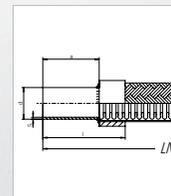
Type GB 12/22E
Type GB 12/22/82
Raccord à bride, fixe
Bride à collerette à souder



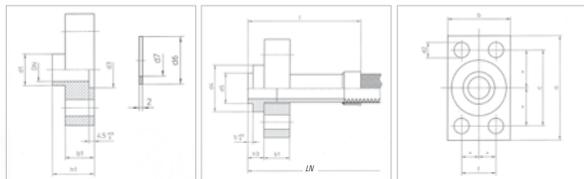
Type RE 02S/92S
Raccord à vis à joint plat
Filetage mâle
Whitworth
DIN EN 10226
(ISO 7/1)



Type UA 12/22S,
Type UD 12/22Q
Extrémité à souder
en dimensions ISO



Flexibles HYDRA pour presses



Contre-bride

Type BS16G – Raccord à bride rectangulaire, tournant

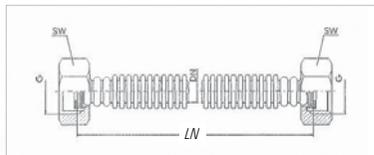
Manchon à collet à épaulement et bride rectangulaire tournante conforme à PN 25/40 en acier, soudé

DN	Manchon à collet et bride rectangulaire tournante PN 25/40									
-	a	b	c	f	d2	b1	d4	d5	l	h3
-	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
20	95	50	65	25	11	25	45	29,4	110	16
25	105	70	75	40	14	30	55	36,4	119	16
32	125	70	85	35	18	35	60	45	135	16
40	125	90	85	50	18	40	72	56	146	16
50	150	100	105	55	22	50	85	68,3	171	18
65	175	120	125	65	26	60	100	88	220	18
80	210	150	150	90	30	60	135	106,5	234	20
100	250	180	180	110	36	80	160	131,5	254	22

DN	Contre-bride PN 25/40				Joint		Boulons à six pans avec rondelles et écrous		Poids des pièces de raccordement approx.	
	d1	d3	h1	b1	d6	d7	Filetage	Longueur de filetage	sans contre- bride	avec contre- bride
-	mm	mm	mm	mm	mm	mm	-	mm	kg	kg
20	26,9	31	36	25	30	20	M10	80	1,03	1,73
25	33,7	38	42	30	37	25	M12	90	1,82	3,12
32	42,4	47	47	35	46	32	M16	110	2,37	4,0
40	48,3	58	52	40	57	40	M16	120	3,29	5,76
50	60,3	70	62	50	69	50	M20	140	5,24	9,11
65	76,1	90	72	60	89	65	M24	160	8,2	14,5
80	88,9	109	72	60	108	80	M27	180	12,7	22,7
100	114,3	134	94	80	133	100	M33	220	23,1	41,2

6.5 Tuyauteries flexibles onduleuses HYDRA®

Hydraflex HX 411 – Tuyauteries flexibles pour raccordement semi-rigide

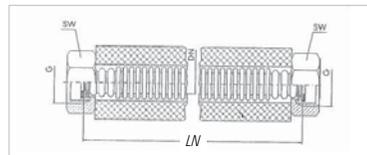


- Tuyau onduleux semi-rigide sans tresse, ondulation mécanique à raccords union à joint plat en laiton
- Tolérances de longueur :
LN ≤ 1000 mm: +15 mm / -10 mm
LN > 1000 mm: +1,5 % / -1,0 %
- Matériau standard : 1.4541

DN	Connexion DIN-ISO 228/1	Clé 1	Pression de service admissible à 20 °C	Rayon de courbure minimum	Poids approx.	Longueur nominale
-	-	-	P_{nd}	r_{min}	-	-
-	Pouce	mm	bar	mm	kg/pièce	LN (mm)
10	G 3/8	19	21	18	0,050	300
					0,070	500
					0,10	800
					1,12	1000
12	G 1/2	24	21	20	0,070	300
					0,090	500
					0,12	800
					0,14	1000
16	G 3/4	30	16	25	0,12	300
					0,14	500
					0,20	800
					0,22	1000
20	G 1	38	10	30	0,20	300
					0,24	500
					0,29	800
					0,32	1000
25	G 1 1/3	46	10	35	0,36	500
					0,50	1000

6.5 Tuyauteries flexibles onduleuses HYDRA®

Hydraflex HX 711 – Tuyauteries flexibles pour raccordement semi-rigide

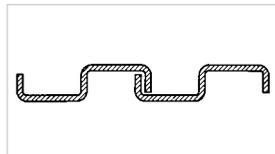


- Tuyau onduleux isolé semi-rigide sans tresse, ondulation mécanique à raccords union à joint plat en laiton
- Tolérances de longueur :
LN ≤ 1000 mm: +15 mm / -10 mm
LN > 1000 mm: +1,5 % / -1,0 %
- Matériau standard : 1.4541

DN	Connexion G DIN-ISO 228/1	Clé 1	Pression de service admissible à 20 °C	Rayon de courbure minimum	Poids approx.	Longueur nominale
-	-	-	P_{nd}	r_{min}	-	-
-	Pouce	mm	bar	mm	kg/pièce	LN (mm)
10	G 3/8	19	21	18	0,080	300
					0,10	500
					0,15	800
					0,18	1000
12	G 1/2	24	21	20	0,10	300
					0,13	500
					0,18	800
					0,21	1000
16	G 3/4	30	16	25	0,15	300
					0,20	500
					0,25	800
					0,30	1000
20	G 1	38	10	30	0,23	300
					0,30	500
					0,40	800
					0,45	1000
25	G 1 1/3	46	10	35	0,50	500
					1,00	1000

Gaine de protection type SG sans revêtement

selon DIN EN ISO 15465 (Type SOU), DIN EN 61386-2-3



Applications

- Gaine de protection selon DIN EN ISO 15465 (Type SOU)
- Gaine de protection standard pour installations électriques avec homologation VDE selon DIN EN 50086-2-3
- Gaine de protection pour tuyaux en plastique ou en caoutchouc

Caractéristiques

- Ultra-flexible
- Résistante à la traction
- Ultra-résistante à l'écrasement

Configuration

- Tuyau métallique flexible agrafé
- Profilé crochet
- Section circulaire

Marquage

HYDRA AS < VDE > galvanisé, sans revêtement, mais seulement en cotes PG

Matériaux

- Acier, galvanisé (1.0330) jusqu'au DN 18
- Acier, galvanisé par trempage à chaud (1.0226) à partir du DN 20
- Laiton (2.0321)
- Acier inoxydable (1.4301)

Versions

- Acier galvanisé, sans revêtement
- Laiton clair, nickelé ou chromé
- Acier inoxydable, sans revêtement

Température de service

- Laiton : 250 °C
- Acier galvanisé : 400 °C
- Acier inoxydable : 600 °C (applications selon homologation VDE : -15 °C à +60 °C)

Classification

Sans revêtement
01-02-03-04-05-06-07-08-09-10-11-12
--3--3--4--1--4--1--4--0--2--1--1--3
(DN 8)
--3--3--4--1--4--1--4--0--2--2--1--3
(DN 11-51)

Longueurs de fabrication

Mesurées en position étirée

- DN 3 à 11 : segments de 50 et 100 m
- DN 14 à 23 : segments de 25 et 50 m
- DN 31 : segments de 25 m

Conditionnement

En couronnes

Types

- Gaine de protection, acier galvanisé Type SG-S-O
- Gaine de protection, laiton clair Type SG-M-O
- Gaine de protection, laiton chromé Type SG-M-C
- Gaine de protection, laiton nickelé Type SG-M-N
- Gaine de protection, acier inoxydable Type SG-E-O

6.6 Tuyaux flexibles agrafés HYDRA® – au mètre, raccords, tuyaux

Gaines de protection HYDRA Type SG-S-O

selon DIN EN ISO 15465 (Type SOU), DIN EN 61386-2-3

DN	Dimension nominale	Diamètre intérieur	Diamètre extérieur	Tolérance admissible	Rayon de courbure minimum	Poids approx.
-	PG	d	D	d, D	r _{min}	-
-	DIN 40430	mm	mm	mm	mm	kg/m
3	-	3,0	4,6	± 0,2	18	0,028
4	-	4,0	5,8	± 0,2	19	0,035
5	-	5,0	6,8	± 0,2	20	0,045
6	-	6,0	8,0	± 0,3	21	0,050
7	-	7,1	9,1	± 0,3	23	0,060
8*	7	8,0	10,0	± 0,3	25	0,065
9	-	9,0	11,0	± 0,3	30	0,075
10	-	10,0	13,0	± 0,3	32	0,11
11*	9	11,0	14,0	± 0,3	34	0,12
12	-	12,0	15,0	± 0,3	36	0,13
13	-	13,0	16,0	± 0,3	40	0,14
14	-	13,5	16,5	± 0,3	40	0,135
14*	11	14,0	17,0	± 0,3	40	0,145
15	-	15,0	18,0	± 0,3	45	0,155
16*	13,5	16,0	19,0	± 0,3	45	0,165
17	-	17,0	20,0	± 0,3	50	0,175
18*	16	18,0	21,0	± 0,3	50	0,185
20	-	20,0	24,0	± 0,3	60	0,28
21	-	21,0	25,0	± 0,3	62	0,295
22	-	21,8	25,8	± 0,3	65	0,305
23*	21	23,0	27,0	± 0,3	67	0,32
25	-	25,0	29,0	± 0,3	75	0,345
28	-	28,0	32,0	± 0,3	80	0,385
29	-	29,2	34,2	± 0,4	85	0,415
30	-	30,0	35,0	± 0,4	85	0,43
31*	29	31,0	36,0	± 0,4	90	0,445
32	-	32,0	37,0	± 0,4	90	0,455
35	-	35,0	40,0	± 0,4	95	0,495

6.6 Tuyaux flexibles agrafés HYDRA® – au mètre, raccords, tuyaux

DN	Dimension nominale	Diamètre intérieur	Diamètre extérieur	Tolérance admissible	Rayon de courbure minimum	Poids approx.
-	PG	d	D	d, D	r _{min}	-
-	DIN 40430	mm	mm	mm	mm	kg/m
36	-	36,0	41,0	± 0,4	100	0,51
37	-	37,0	42,0	± 0,4	105	0,53
38	-	38,2	43,2	± 0,4	105	0,54
40*	36	40,0	45,0	± 0,4	110	0,56
45	-	45,2	50,2	± 0,4	120	0,63
47*	42	47,0	52,0	± 0,4	125	0,66
48	-	48,0	53,0	± 0,5	125	0,67
49	-	49,2	54,2	± 0,5	125	0,68
50	-	50,0	55,0	± 0,5	125	0,70
51*	48	51,0	56,0	± 0,5	130	0,71

* Type conforme à VDE. À préciser à la commande : type de tuyau, diamètre nominal (DN), longueur

6.6 Tuyaux flexibles agrafés HYDRA® – au mètre, raccords, tuyaux

Gaines de protection HYDRA Types SG-M-C, SG-M-N

Laiton chromé ou nickelé

DN	Diamètre intérieur	Diamètre extérieur	Tolérance admissible	Rayon de courbure minimum	Poids approx.
-	d	D	d, D	r _{min}	-
-	mm	mm	mm	mm	kg/m
3	2,4	3,8	± 0,2	15	0,030
3	2,6	3,0	± 0,2	15	0,030
3	3,0	4,5	± 0,2	15	0,031
3	3,2	4,7	± 0,2	15	0,032
4	3,5	5,0	± 0,2	15	0,033
4	4,0	6,0	± 0,2	20	0,044
5	5,0	7,0	± 0,2	20	0,050
6	6,0	8,0	± 0,2	20	0,056
7	7,0	9,0	± 0,2	20	0,074
8	8,0	9,0	± 0,2	25	0,084
9	9,0	11,0	± 0,2	25	0,105
10	10,0	13,0	± 0,3	25	0,104
12	11,5	14,0	± 0,3	30	0,103
12	12,0	15,0	± 0,3	30	0,115
13	13,0	16,0	± 0,3	35	0,119
14	14,0	17,4	± 0,3	35	0,148
15	15,0	18,0	± 0,3	40	0,157
16	16,0	19,2	± 0,3	40	0,205
17	17,0	20,0	± 0,3	45	0,218
18	18,0	21,3	± 0,3	45	0,238
19	19,0	22,0	± 0,3	45	0,268
20	20,0	23,0	± 0,3	50	0,282

* Type conforme à VDE. À préciser à la commande : type de tuyau, diamètre nominal (DN), longueur

6.6 Tuyaux flexibles agrafés HYDRA® – au mètre, raccords, tuyaux

Gaines de protection HYDRA Type SG-E-O

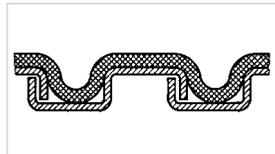
selon DIN EN ISO 15465 (Type SOU), acier inoxydable

DN	Diamètre intérieur	Diamètre extérieur	Tolérance admissible	Rayon de courbure minimum	Poids approx.
-	d	D	d, D	r _{min}	-
-	mm	mm	mm	mm	kg/m
2	1,4	3,0	± 0,1	16	0,020
3	3,0	4,6	± 0,2	18	0,030
4	4,0	5,8	± 0,2	19	0,035
5	5,0	6,8	± 0,2	20	0,040
6	6,0	8,0	± 0,3	25	0,050
7	7,0	9,0	± 0,3	27	0,060
8	8,0	10,0	± 0,3	29	0,065
9	9,0	11,0	± 0,3	30	0,075
10	10,0	13,0	± 0,3	25	0,105
11	11,0	14,0	± 0,3	30	0,115
12	12,0	15,0	± 0,3	30	0,125
13	13,0	16,0	± 0,3	35	0,135
14	14,0	17,4	± 0,3	35	0,14
15	15,0	18,0	± 0,3	40	0,16
16	16,0	19,2	± 0,3	40	0,17
17	17,0	20,0	± 0,3	45	0,175
18	18,0	21,3	± 0,3	45	0,185
19	19,0	23,0	± 0,3	45	0,235
20	20,0	24,0	± 0,3	50	0,25
20	21,5	25,5	± 0,3	50	0,265
22	22,0	26,0	± 0,3	50	0,27
23	23,0	27,0	± 0,3	55	0,285
25	24,5	28,5	± 0,3	55	0,305
25	25,0	29,0	± 0,3	60	0,315
26	26,0	30,0	± 0,3	60	0,325
27	27,0	31,0	± 0,3	60	0,335
28	28,0	32,0	± 0,3	60	0,35

* Type conforme à VDE. À préciser à la commande : type de tuyau, diamètre nominal (DN), longueur

Gaine de protection HYDRA type SG avec revêtement

selon DIN EN 61386-2-3 (VDE 0605 Partie 2-3), acier galvanisé avec revêtement en matière plastique



Applications

- Gaine de protection standard pour installations électriques avec homologation VDE selon DIN EN 61386-2-3
- Gaine de protection pour tuyaux en plastique ou en caoutchouc

Caractéristiques

- Ultra-flexible
- Résistante à la traction
- Ultra-résistante à l'écrasement
- Avec revêtement PVC
- Étanche aux liquides

Configuration

- Tuyau métallique flexible agrafé
- Profilé crochet
- Section circulaire

Marquage

HYDRA ASF < VDE > galvanisé, avec revêtement, mais seulement en cotes PG

Matériaux

- Acier, galvanisé (1.0330) jusqu'au DN 18
- Acier, galvanisé par trempage à chaud (1.0226) à partir du DN 20

Versions

Acier galvanisé, avec revêtement PVC noir

Température de service

Acier galvanisé avec revêtement PVC :
-20 °C à +80 °C
(applications selon homologation VDE :
-15 °C à +60 °C)

Classification

Avec revêtement
01-02-03-04-05-06-07-08-09-10-11-12
--3--3--3--1--4--1--4--0--3--1--1--3
(DN 7)
--3--3--3--1--4--1--4--0--3--2--1--3
(DN 10-49)

Longueurs de fabrication

Mesurées en position étirée

- DN 4 à 11 : bobines de 50 et 100 m
- DN 14 à 23 : bobines de 25 et 50 m
- DN 31 : bobines de 25 m

Conditionnement

En couronnes

Types

Gaine de protection, acier galvanisé avec revêtement PVC noir
Type SG-S-P

6.6 Tuyaux flexibles agrafés HYDRA® – au mètre, raccords, tuyaux

Gaines de protection HYDRA Type SG-S-P

selon DIN EN 61386-2-3 (VDE 0605 Partie 2-3) acier galvanisé avec revêtement en matière plastique

DN	Dimension nominale	Diamètre intérieur	Diamètre extérieur	Tolérance admissible	Rayon de courbure minimum	Poids approx.
-	PG	d	D	d, D	r _{min}	-
-	DIN 40430	mm	mm	mm	mm	kg/m
4	-	4,0	6,6	± 0,2	23	0,050
5	-	5,0	7,6	± 0,2	25	0,055
6	-	6,0	8,8	± 0,3	28	0,070
7*	7	7,1	9,9	± 0,3	30	0,075
8	-	8,0	10,8	± 0,3	34	0,085
9	-	9,0	11,8	± 0,3	38	0,095
10*	9	10,0	14,0	± 0,3	42	0,14
11	-	11,0	15,0	± 0,3	46	0,155
12	-	12,0	16,0	± 0,3	48	0,165
13*	11	13,0	17,0	± 0,3	51	0,175
14	-	13,5	17,5	± 0,3	51	0,185
14	-	14,0	18,2	± 0,3	53	0,195
15*	13,5	15,0	19,2	± 0,3	56	0,21
16	-	16,0	20,2	± 0,3	58	0,22
17*	16	17,0	21,2	± 0,3	60	0,235
18	-	18,0	22,2	± 0,3	64	0,245
20	-	20,0	25,4	± 0,3	69	0,37
21	-	21,0	26,4	± 0,3	74	0,385
22*	21	21,8	27,2	± 0,3	75	0,40
23	-	23,0	28,4	± 0,3	77	0,42
25	-	25,0	30,4	± 0,3	82	0,45
28	-	28,0	33,4	± 0,4	90	0,50
29*	29	29,2	35,8	± 0,4	93	0,56
30	-	30,0	36,6	± 0,4	96	0,58
31	-	31,0	37,6	± 0,4	98	0,60
32	-	32,0	38,6	± 0,4	101	0,615
35	-	35,0	41,6	± 0,4	109	0,665

6.6 Tuyaux flexibles agrafés HYDRA® – au mètre, raccords, tuyaux

DN	Dimension nominale	Diamètre intérieur	Diamètre extérieur	Tolérance admissible	Rayon de courbure minimum	Poids approx.
-	PG	d	D	d, D	r _{min}	-
-	DIN 40430	mm	mm	mm	mm	kg/m
36	-	36,0	42,6	± 0,4	112	0,685
38*	36*	38,2	44,8	± 0,4	117	0,73
40*	-	40,0	46,6	± 0,4	122	0,765
45*	42*	45,2	51,8	± 0,4	136	0,85
47	-	47,0	53,8	± 0,4	138	0,905
48	-	48,0	54,8	± 0,5	142	0,92
49*	48*	49,2	56,0	± 0,5	145	0,95
50	-	50,0	56,8	± 0,5	148	0,955
51	-	51,0	57,8	± 0,5	151	0,975

* Type conforme à VDE. À préciser à la commande : type de tuyau, diamètre nominal (DN), longueur

Gaines de protection HYDRA Type SD

Flexibles de protection, d'aspiration et d'échappement



Applications

Gaine de protection universelle avec joint d'étanchéité, utilisable également comme flexible d'aspiration ou d'échappement

Caractéristiques

- Bonne flexibilité
- Résistante à la traction
- Ultra-résistante à l'écrasement

Configuration

- Tuyau métallique flexible agrafé
- Profilé crochet
- Section circulaire

Matériaux

- Acier, galvanisé (1.0330) jusqu'au DN 18
- Acier, galvanisé par trempage à chaud (1.0226) à partir du DN 20
- Acier inoxydable (1.4301)

Versions

- Avec joint en caoutchouc – G
- Avec joint en coton – B
- Avec joint en céramique – K

Température de service

- Galvanisé avec joint en caoutchouc : 60 °C
- Galvanisé avec joint en coton : 120 °C
- Galvanisé avec joint en céramique : 400 °C
- Acier inoxydable avec joint en céramique : 600 °C

Longueurs de fabrication

Mesurées en position étirée

- DN 8 à 11: bobines de 50 et 100 m
- DN 14 à 23: bobines de 25 et 50 m
- DN 31: bobines de 25 m

Conditionnement

En couronnes

Types

- Tuyau d'aspiration, acier galvanisé, avec joint en coton
Type SD-S-B
- Tuyau d'aspiration, acier galvanisé, avec joint en caoutchouc
Type SD-S-G
- Tuyau d'aspiration, acier galvanisé, avec joint en céramique
Type SD-S-K
- Tuyau d'aspiration, acier inoxydable, avec joint en céramique
Type SD-E-K

6.6 Tuyaux flexibles agrafés HYDRA® – au mètre, raccords, tuyaux

Gaines de protection HYDRA Type SD

Gaines de protection, d'aspiration et d'échappement,
acier galvanisé ou inoxydable

DN	Diamètre intérieur	Diamètre extérieur	Tolérance admissible	Rayon de courbure minimum	Poids approx.
-	d	D	d, D	r _{min}	-
-	mm	mm	mm	mm	kg/m
3	3,0	5,0	± 0,2	40	0,060
4	4,0	6,0	± 0,2	40	0,070
5	5,0	7,0	± 0,2	40	0,085
6	6,0	8,0	± 0,2	35	0,095
7	7,0	9,0	± 0,2	35	0,105
8	8,0	10,0	± 0,2	40	0,115
9	9,0	11,0	± 0,2	40	0,14
10	10,0	13,0	± 0,2	45	0,18
11	10,5	13,0	± 0,2	45	0,19
11	11,0	14,0	± 0,2	55	0,20
12	12,0	15,0	± 0,2	55	0,21
13	13,0	16,0	± 0,2	60	0,215
14	14,0	17,4	± 0,2	60	0,22
15	15,0	18,0	± 0,2	70	0,24
16	16,0	18,7	± 0,2	70	0,26
16	16,0	19,2	± 0,2	70	0,265
17	17,0	20,0	± 0,2	80	0,28
18	18,0	21,3	± 0,2	80	0,29
19	19,0	23,0	± 0,3	80	0,315
20	20,0	24,0	± 0,3	90	0,335
22	21,5	25,5	± 0,3	90	0,37
23	23,0	27,0	± 0,3	95	0,395
25	24,5	28,5	± 0,3	95	0,415
25	25,0	29,0	± 0,3	105	0,43
26	26,0	30,0	± 0,4	105	0,46
30	30,0	34,0	± 0,4	110	0,525
31	30,5	34,5	± 0,4	110	0,54
32	31,5	35,7	± 0,4	120	0,57
32	32,0	36,0	± 0,4	120	0,58

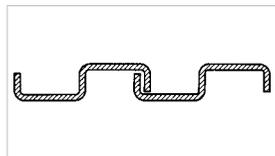
6.6 Tuyaux flexibles agrafés HYDRA® – au mètre, raccords, tuyaux

DN	Diamètre intérieur	Diamètre extérieur	Tolérance admissible	Rayon de courbure minimum	Poids approx.
-	d	D	d,D	r _{min}	-
-	mm	mm	mm	mm	kg/m
34	34,0	38,5	± 0,4	125	0,585
35	35,0	39,5	± 0,4	130	0,60
36	36,0	41,5	± 0,4	130	0,64
37	37,0	42,5	± 0,4	140	0,68
38	38,0	43,5	± 0,4	145	0,72
39	38,5	44,0	± 0,4	145	0,76
40	40,0	45,0	± 0,4	150	0,83
41	40,5	45,7	± 0,4	150	0,95
44	44,0	49,5	± 0,4	170	1,010
45	45,0	50,5	± 0,4	175	1,030
47	46,5	52,5	± 0,4	180	1,070
48	48,0	53,5	± 0,5	190	1,10
50	50,0	56,0	± 0,5	200	1,16
52	52,0	58,0	± 0,5	210	1,30
53	53,0	59,0	± 0,5	220	1,35
55	55,0	61,0	± 0,5	250	1,40
60	60,0	66,0	± 0,6	260	1,59
65	65,0	72,0	± 0,6	270	1,95
70	70,0	77,0	± 0,6	280	2,10
75	75,0	82,0	± 0,6	290	2,25
80	80,0	87,0	± 0,6	300	2,40
90	90,0	100,0	± 0,7	315	2,62
100	100,0	110,5	± 0,7	330	2,85
110	110,0	120,5	± 0,7	360	3,11
120	120,0	131,5	± 0,7	400	3,40
125	125,0	136,5	± 0,7	400	3,45

À préciser à la commande : type de tuyau, diamètre nominal (DN), longueur, joint au choix :
coton, caoutchouc, céramique ou fibre de verre

Gaines de protection HYDRA Type SV

Gaines de protection rectangulaires



Applications

Gaine de protection pour chaînes de transmission d'énergie, conduites hydrauliques et comme tuyau d'alimentation

Caractéristiques

- Ultra-flexible
- Résistante à la traction
- Résistante à la pression transversale

Configuration

- Tuyau métallique flexible agrafé
- Profilé crochet
- Section rectangulaire

Matériaux

Acier, galvanisé (1.0333)

Versions

- Sans joint – O
- Avec joint en caoutchouc – G, sur demande
- Avec joint en coton – B, sur demande

Température de service

- Avec joint en caoutchouc : 60 °C
- Avec joint en coton : 120 °C
- Sans joint : 400 °C

Longueurs de fabrication

Max. 25 m

Conditionnement

En couronnes

Types

- Gaine de protection rectangulaire, acier galvanisé, sans joint
Type SV-S-O
- Gaine de protection rectangulaire, acier galvanisé, avec joint en caoutchouc
Type SV-S-G
- Gaine de protection rectangulaire, acier galvanisé, avec joint en coton
Type SV-S-B

Gaines de protection HYDRA Type SV-S-O

Gaines de protection rectangulaires, acier galvanisé, sans joint

Dimension nominale	Dimension extérieure		Dimension intérieure		Rayon de courbure minimum		Poids approx.
	D ₁ D ₂	Tolérance admissible	d ₁ d ₂	Tolérance admissible	r _{min}	Tolérance admissible	
mm	mm	mm	mm	mm	mm	-	kg/m
15	30 x 50	± 1	27,0 x 47,0	± 1	70	-10	0,64
25	50 x 50	± 1	46,8 x 46,8	± 1	120	-10	0,82
38	45 x 85	± 1	40,8 x 81,0	± 1	100	-10	1,28
42	65 x 85	± 1	60,8 x 60,8	± 1	130	-10	1,26
51	60 x 85	± 1	55,8 x 81,0	± 1	130	-10	1,44
69	60 x 115	± 1	54,8 x 110,2	± 1	130	-20	2,37
92	80 x 115	± 1	74,6 x 110,0	± 1	170	-20	2,66
126	90 x 140	± 1	84,6 x 135,0	± 1	180	-20	3,15
140	80 x 175	± 1	74,4 x 169,8	± 1	170	-20	3,54
154	110 x 140	± 1	104,2 x 135,2	± 1	250	-20	3,60
193	110 x 175	± 1	104,2 x 169,6	± 1	250	-20	3,97
242	110 x 220	± 1,5	104,4 x 214,4	± 1,5	250	-20	4,60

À préciser à la commande : type de tuyau, dimension nominale (NG), longueur

Gaines de protection HYDRA Type SA

selon DIN EN ISO 15465



Applications

- Gaine de protection selon DIN EN ISO15465 (Type DOU)
- Gaine de protection à haute résistance mécanique pour fibres optiques, lignes de mesure et câbles électriques
- Gaine de protection pour tuyaux à pression

Caractéristiques

- Résistante à la torsion
- Flexible
- Particulièrement résistante à la traction
- Ultra-résistante à l'écrasement

Configuration

- Tuyau métallique flexible agrafé
- Profilé plié (agrafé)
- Section circulaire

Matériaux

- Acier, galvanisé (1.0330) jusqu'au DN 18
- Acier, galvanisé par trempage à chaud (1.0226) à partir du DN 20
- Acier inoxydable (1.4301)

Versions

Acier inoxydable avec revêtement PVC ou silicone

Température de service

- Acier galvanisé : 400 °C
- Acier inoxydable : 600 °C

Longueurs de fabrication

Mesurées en position étirée

- Jusqu'au DN 9 max. 100 m, À partir du DN 10 max. 60 m
- À partir du DN15 max. 50 m, À partir du DN 26 max. 40 m,
- À partir du DN 45 max. 30 m, À partir du DN 65 max. 25 m

Conditionnement

Sur tourets ou en bobines

Types

- Gaine de protection, acier galvanisé Type SA-S-O
- Gaine de protection, acier inoxydable Type SA-E-O

6.6 Tuyaux flexibles agrafés HYDRA® – au mètre, raccords, tuyaux

Gaines de protection HYDRA Type SA-S-O

selon DIN EN ISO 15465, acier galvanisé, sans joint

DN	Diamètre intérieur	Diamètre extérieur	Tolérance admissible		Rayon de courbure minimum	Poids approx.
			d	D		
-	d	D	d	D	r _{min}	-
-	mm	mm	mm	mm	mm	kg/m
4	4,0	6,1	± 0,2	± 0,2	35	0,155
5	5,0	7,1	± 0,2	± 0,2	35	0,16
6	6,0	8,2	± 0,2	± 0,4	35	0,085
7	7,0	9,2	± 0,2	± 0,4	40	0,095
8	8,0	10,2	± 0,2	± 0,4	45	0,11
9	9,0	11,2	± 0,2	± 0,4	50	0,12
10	10,0	12,2	± 0,2	± 0,4	55	0,13
11	11,0	13,2	± 0,2	± 0,4	60	0,145
12	12,0	14,2	± 0,2	± 0,4	65	0,155
13	13,0	15,2	± 0,2	± 0,4	70	0,17
14	14,0	16,8	± 0,3	± 0,4	80	0,225
15	14,5	17,3	± 0,3	± 0,4	83	0,25
15	15,0	17,8	± 0,3	± 0,4	85	0,24
16	16,0	18,8	± 0,3	± 0,4	90	0,25
18	18,0	20,8	± 0,3	± 0,4	95	0,28
19	19,0	21,8	± 0,3	± 0,4	98	0,32
20	20,0	22,8	± 0,3	± 0,4	100	0,31
23	23,0	25,8	± 0,3	± 0,4	125	0,355
25	25,0	28,3	± 0,3	± 0,5	135	0,048
28	28,0	31,3	± 0,3	± 0,5	150	0,54
30	30,0	33,3	± 0,3	± 0,5	155	0,575
32	32,0	35,3	± 0,3	± 0,5	170	0,615
35	35,0	38,3	± 0,3	± 0,5	185	0,67
36	36,0	39,3	± 0,3	± 0,5	185	0,685

6.6 Tuyaux flexibles agrafés HYDRA® – au mètre, raccords, tuyaux

DN	Diamètre intérieur	Diamètre extérieur	Tolérance admissible		Rayon de courbure minimum	Poids approx.
			d	D		
-	d	D	d	D	r _{min}	-
-	mm	mm	mm	mm	mm	kg/m
40	40,0	44,4	± 0,4	± 0,6	210	0,935
45	45,0	49,4	± 0,4	± 0,6	240	1,10
50	50,0	54,4	± 0,4	± 0,6	260	1,16
54	54,0	58,4	± 0,4	± 0,6	270	1,30
55	55,0	59,4	± 0,4	± 0,6	270	1,33
60	60,0	66,0	± 0,4	± 0,6	310	1,87
65	65,0	71,0	± 0,6	± 0,6	315	2,020
70	70,0	76,0	± 0,6	± 0,6	325	2,18
75	75,0	81,0	± 0,6	± 0,6	345	2,34
80	80,0	86,0	± 0,6	± 0,6	370	2,50
85	85,0	91,0	± 0,6	± 0,6	385	2,65
90	90,0	98,0	± 0,8	± 0,6	400	2,80
100	100,0	108,0	± 0,8	± 0,6	440	3,12

À préciser à la commande : type de tuyau, diamètre nominal (DN), longueur

6.6 Tuyaux flexibles agrafés HYDRA® – au mètre, raccords, tuyaux

Gaines de protection HYDRA Type SA-E-O

selon DIN EN ISO 15465 acier inoxydable, sans joint

DN	Diamètre intérieur	Diamètre extérieur	Tolérance admissible		Rayon de courbure minimum	Poids approx.
			d	D		
-	d	D	d	D	r _{min}	-
-	mm	mm	mm	mm	mm	kg/m
4	4,0	6,1	± 0,2	± 0,2	35	0,155
5	5,0	7,1	± 0,2	± 0,2	35	0,16
6	6,0	8,2	± 0,2	± 0,4	35	0,085
7	7,0	9,2	± 0,2	± 0,4	40	0,10
8	8,0	10,2	± 0,2	± 0,4	45	0,11
9	9,0	11,2	± 0,2	± 0,4	50	0,125
10	9,5	11,7	± 0,2	± 0,4	53	0,13
10	10,0	12,2	± 0,2	± 0,4	55	0,135
11	11,0	13,2	± 0,2	± 0,4	60	0,145
12	12,0	14,2	± 0,2	± 0,4	65	0,16
13	13,0	15,2	± 0,2	± 0,4	70	0,17
14	14,0	16,8	± 0,3	± 0,4	80	0,225
15	15,0	17,8	± 0,3	± 0,4	85	0,24
16	16,0	18,8	± 0,3	± 0,4	90	0,255
17	17,0	19,8	± 0,3	± 0,4	95	0,285
18	18,0	20,8	± 0,3	± 0,4	95	0,29
19	19,0	21,8	± 0,3	± 0,4	98	0,315
20	20,0	22,8	± 0,3	± 0,4	100	0,325
22	22,0	24,8	± 0,3	± 0,4	117	0,36
23	23,0	25,8	± 0,3	± 0,4	125	0,37
25	25,0	28,3	± 0,3	± 0,5	135	0,49
27	27,0	30,3	± 0,3	± 0,5	145	0,525
28	28,0	31,3	± 0,3	± 0,5	150	0,54
30	30,0	33,3	± 0,3	± 0,5	155	0,575

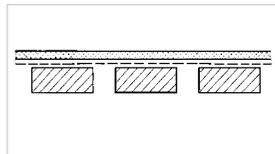
6.6 Tuyaux flexibles agrafés HYDRA® – au mètre, raccords, tuyaux

DN	Diamètre intérieur	Diamètre extérieur	Tolérance admissible		Rayon de courbure minimum	Poids approx.
			d	D		
-	d	D	d	D	r _{min}	-
-	mm	mm	mm	mm	mm	kg/m
32	32,0	35,3	± 0,3	± 0,5	170	0,615
33	33,0	36,3	± 0,3	± 0,5	175	0,635
35	35,0	38,3	± 0,3	± 0,5	185	0,675
40	40,0	44,4	± 0,4	± 0,6	210	0,95
45	45,0	49,4	± 0,5	± 0,6	240	1,10
50	50,0	54,4	± 0,4	± 0,6	260	1,17
54	54,0	58,4	± 0,4	± 0,6	270	1,31
55	55,0	59,4	± 0,4	± 0,6	270	1,33
58	58,0	62,4	± 0,4	± 0,6	272	1,83
60	60,0	66,0	± 0,6	± 0,6	200	1,87
65	65,0	71,0	± 0,6	± 0,6	210	2,025
70	70,0	76,0	± 0,6	± 0,6	240	2,18
75	75,0	81,0	± 0,6	± 0,6	260	2,34
80	80,0	86,0	± 0,6	± 0,6	270	2,50
85	85,0	91,0	± 0,6	± 0,6	290	2,65
90	90,0	98,0	± 0,6	± 0,8	300	2,80
100	100,0	108,0	± 0,6	± 0,8	340	3,12

* Type conforme à VDE. À préciser à la commande : type de tuyau, diamètre nominal (DN), longueur

Gaines de protection HYDRA Type SZ

Gaines de protection flexibles pour fibres optiques



Applications

Gaine de protection pour conducteur de lumière en applications médicale et industrielle, par ex. en endoscopie, technique de mesure et de régulation

Caractéristiques

- Ultra-flexible, avec limitation de rayon de courbure
- Grande résistance à la traction et très faible dilatation
- Résistante à la torsion et à la pression transversale
- Autoclavable, étanche à la lumière et aux liquides
- Surface intérieure lisse – entièrement exempte de bavures

Configuration

- Fil d'acier plat spiralé avec tresse en fibre de verre et revêtement en silicone gris (applications médicales)
- Section circulaire

Matériaux

- Acier inoxydable (1.4301)
- Aluminium (3.3555)

Température de service

-60 °C à +180 °C
en stérilisation à la vapeur jusqu'à +134 °C

Longueurs de confection

Mesurées en position étirée
d: 1,0 – 3,5 approx. 90% > 50 m, reste > 15 m
4 – 8 approx. 80% > 40 m, reste > 10 m
10 – 13 approx. 70% > 20 m, reste > 7 m

Conditionnement

Sur tourets ou en bobines

Types

- Gaine de protection spéciale pour fibres optiques, acier inoxydable Type SZ 111S
- Gaine de protection spéciale pour fibres optiques, aluminium Type SZ 111S
- Gaine de protection spéciale pour fibres optiques, acier inoxydable - version légère Type SZ 211S

6.6 Tuyaux flexibles agrafés HYDRA® – au mètre, raccords, tuyaux

Gaines de protection HYDRA Type SZ 111S

Gaines de protection flexibles pour fibres optiques

DN	Diamètre intérieur		Diamètre extérieur		Rayon de courbure minimum	Poids approx.
		Tolérance adm.		Tolérance adm.		
-	d	d	D	D	r _{min}	-
-	mm	mm	mm	mm	mm	kg/m
1	1,0	-0,15	2,9	+ 0,2/- 0,1	5	0,015
2	1,5	-0,15	3,5	+ 0,2/- 0,1	6	0,019
3	2,5	-0,15	4,4	+ 0,2/- 0,1	14	0,030
3	3,0	-0,15	5,3	+ 0,2/- 0,1	20	0,045
4	3,5	-0,15	5,8	+ 0,2/- 0,1	20	0,050
4	4,0	-0,15	6,5	± 0,2	25	0,065
5	4,5	-0,15	7,0	± 0,3	25	0,070
5	5,0	-0,15	7,5	± 0,3	25	0,080
6	6,0	-0,15	8,9	± 0,3	35	0,11
7	6,5	-0,15	9,6	± 0,3	35	0,13
7	7,0	-0,15	10,1	± 0,3	45	0,14
8	8,0	± 0,1	11,6	± 0,3	45	0,19
10	10,0	± 0,1	13,6	± 0,4	65	0,24
11	11,4	± 0,1	15,6	± 0,4	75	0,325
12	12,0	± 0,1	16,2	± 0,4	75	0,35

Version spéciale en aluminium

DN	Diamètre intérieur		Diamètre extérieur		Rayon de courbure minimum	Poids approx.
		Tolérance adm.		Tolérance adm.		
-	d	d	D	D	r _{min}	-
-	mm	mm	mm	mm	mm	kg/m
1	2,5	- 0,15	4,6	+ 0,2/- 0,1	15	0,018
2	4,0	± 0,15	6,5	± 0,3	25	0,028
3	4,6	± 0,15	7,1	± 0,3	25	0,036
12	6,0	± 0,15	8,9	± 0,3	35	0,058

À préciser à la commande : type de tuyau, matériau, diamètre nominal (DN), longueur

6.6 Tuyaux flexibles agrafés HYDRA® – au mètre, raccords, tuyaux

Gaines de protection HYDRA Type SZ 211S

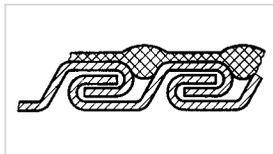
Gaines de protection flexibles DBP pour fibres optiques

DN	Diamètre intérieur		Diamètre extérieur		Rayon de courbure minimum	Poids approx.
		Tolérance adm.		Tolérance adm.		
-	d	d	D	D	r _{min}	-
-	mm	mm	mm	mm	mm	kg/m
3	2,7	0,15	4,4	+ 0,2/- 0,1	7	0,020
3	3,3	0,15	5,3	+ 0,2/- 0,1	9	0,030
4	3,8	0,15	5,8	± 0,2	11	0,030
5	4,5	0,15	6,5	± 0,3	13	0,040
5	5,0	0,15	7,0	± 0,3	14	0,040
6	5,5	0,15	7,5	± 0,3	16	0,045
7	6,5	0,15	8,9	± 0,3	22	0,065
7	7,2	0,2	9,6	± 0,3	23	0,070
8	7,7	0,2	10,1	± 0,3	25	0,075
9	9,0	0,2	11,6	± 0,3	29	0,085
11	10,6	0,2	13,6	± 0,4	42	0,16
12	12,4	0,2	15,6	± 0,4	55	0,19
13	13,0	0,2	16,2	± 0,4	59	0,195

À préciser à la commande : type de tuyau, matériau, diamètre nominal (DN), longueur

Versions spéciales Type SA-E-S

Gaines de protection flexibles pour fibres optiques



Applications

Gaine de protection pour fibres optiques en applications médicales et industrielles, par ex. en endoscopie, sensorique, technique laser, optoélectronique, technique de mesure et de régulation

Caractéristiques

Résistante à la torsion, particulièrement résistante à la traction, flexible, étanche à la lumière et aux liquides et grande résistance à l'écrasement

Configuration

- Tuyau métallique flexible agrafé
- Profilé plié (agrafé)
- Section circulaire et revêtement en silicone grise

Matériaux

Acier inoxydable (1.4301) avec revêtement silicone

Température de service

-60 °C à +180 °C

Longueurs de fabrication

Mesurées en position étirée

- Jusqu'au DN 9 max. 100 m, à partir du DN 10 max. 60 m
- À partir du DN 15 max. 50 m, à partir du DN 26 max. 40 m
- À partir du DN 45 max. 30 m, à partir du DN 65 max. 25 m

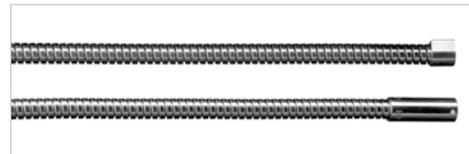
Conditionnement

Sur tourets ou en bobines

DN	Diamètre intérieur		Diamètre extérieur		Rayon de courbure minimum	Poids approx.
		Tolérance adm.		Tolérance adm.		
-	d	d	D	D	r _{min}	-
-	mm	mm	mm	mm	mm	kg/m
5	4,8	± 0,2	8,5	± 0,4	35	0,112
6	5,8	± 0,2	9,5	± 0,4	45	0,144
6	6,0	± 0,2	9,6	± 0,4	43	0,115
7	7,0	± 0,2	10,6	± 0,4	48	0,131
8	8,0	± 0,2	11,6	± 0,4	55	0,146
9	9,0	± 0,2	12,6	± 0,4	60	0,162
10	10,0	± 0,2	13,6	± 0,4	66	0,176
11	11,0	± 0,2	14,6	± 0,4	73	0,192
12	12,0	± 0,2	15,6	± 0,4	78	0,208

Versions spéciales Type SA-E-O

Gaines de protection pour téléphones, instruments de mesure, alarmes automatiques



Gaines de protection Type SA-E-O

Elles sont fabriquées en fonction des exigences spécifiques du client. Nous présentons ci-après une sélection de ces versions spéciales.

Résistance à la traction

Les exigences spécifiques du client sont ici aussi essentielles. Des valeurs > 2000 N peuvent être atteintes.

DN	Diamètre intérieur		Diamètre extérieur		Rayon de courbure minimum	Poids approx.
		Tolérance adm.		Tolérance adm.		
-	d	d	D	D	r _{min}	-
-	mm	mm	mm	mm	mm	kg/m
5	5,1	± 0,2	7,8	± 0,1	30	0,108
6	5,8	± 0,2	8,4	+ 0,1/- 0,2	35	0,115

Raccords types KLE 1, ERD 1, SUM

Raccord à compression, mise à la terre et contre-écrou pour SG (VDE)/SG

Raccord KLE 1

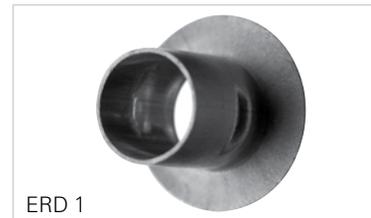
Matériaux : laiton nickelé, filetage DIN 40430, sans insert de mise à la terre ERD 1, sans contre-écrou SUM. Les raccords à compression permettent la connexion universelle des gaines de protection SG (VDE)* et SG.



KLE 1

Filetage PG	Filetage métr.	compatible avec		Clé	Largeur de serrage	
		SG-S-O (VDE)	SG-P (VDE)		Diamètre extérieur du tuyau	
-	-	DN	DN	s	min.	max.
DIN 40430	mm	-	-	mm	mm	mm
7	12 x 1,5	8	7	19	10,0	12,5
9	16 x 1,5	11	10	22	12,0	15,5
11	20 x 1,5	14	13	27	15,0	18,5
13,5	20 x 1,5	16	15	27	17,0	20,5
16	25 x 1,5	18	17	30	19,5	22,0
21	32 x 1,5	23	22	41	25,0	30,0
29	40 x 1,5	31	29	46	32,0	37,0
36	50 x 1,5	40	38	60	42,0	47,5
42	56 x 1,5	47	45	66	49,0	54,0
48	63 x 1,5	51	49	80	52,0	61,0

*VDE : lorsque l'assemblage est effectué correctement avec l'insert de mise à la terre, le raccord est conforme aux directives VDE. À préciser à la commande : type, dimension nominale (PG)



ERD 1



SUM

Dimension nominale PG	compatible avec	
	SG-S-O (VDE)	SG-S-P (VDE)
-	DN	DN
DIN 40430	-	-
7	8	7
9	11	10
11	14	13
13,5	16	15
16	18	17
21	23	22
29	31	29
36	40	38
42	47	45
48	51	49

Insert de mise à la terre ERD 1

Laiton nu et **contre-écrou SUM** laiton nickelé, compatible avec le raccord à compression KLE 1

Raccords

Manchons filetés Kroneck GBGM

Matériaux

Laiton nickelé

Les manchons filetés Kroneck

- assurent une connexion métallique conforme à VDE 0113, sous réserve qu'ils soient utilisés conformément à cette directive.
- sont très compacts et peuvent donc également être montés dans des boîtiers de raccordement où l'entraxe de perçage est réduit.
- peuvent être démontés facilement et réutilisés plusieurs fois.



Filetage	Série 1400	Série 1600
PG	compatible avec les flexibles métalliques SG et SD	compatible avec le flexible métallique SG-S-P
-	d ₁ d ₂	d ₁ d ₂
DIN 40430	mm mm	mm mm
7	8,0 x 10,2	7,0 x 10,2
9	11,0 x 14,0	10,0 x 14,0
11	14,0 x 17,4	13,0 x 17,4
13,5	16,0 x 19,2	15,0 x 19,2
16	18,0 x 21,3	17,0 x 21,3
21	23,0 x 27,0	21,5 x 27,0
29	31,5 x 35,7	30,0 x 35,7
36	40,5 x 45,7	38,5 x 45,7
42	46,5 x 52,5	44,0 x 52,5
48	50,0 x 56,0	48,0 x 56,0

Gaines d'aspiration, d'échappement et de transport

Type FA



Applications

Gaine d'échappement pour applications stationnaires et mobiles, peut servir de tuyau d'aspiration ou de tuyau d'alimentation

Caractéristiques

- Haute résistance mécanique
- Résistant aux vibrations
- Bonne flexibilité
- Autoporteur
- Étanchéité métallique permettant une utilisation sur une plage de température élevée

Construction

- Tuyau métallique hélicoïdal
- Profilé plié (agrafé)
- Section polygonale

Matériaux

- Acier galvanisé (1.0330 / 1.0333)
- Acier inoxydable (1.4301)

Température de service

- Acier galvanisé : 400 °C
- Acier inoxydable : 600 °C

Longueurs de fabrication

- En position étirée
- Jusqu'au DN 55 max. 20 m
 - À partir du DN 60 max. 10 m

Conditionnement

En couronnes

Types

- Gaine d'échappement, acier galvanisé, Type FA 330S
- Gaine d'échappement, acier inoxydable, Type FA 330S

6.6 Tuyaux flexibles agrafés HYDRA® – au mètre, raccords, tuyaux

Gaines d'aspiration, d'échappement et d'alimentation Type FA 330S

Acier galvanisé ou inoxydable, étanchéité métallique

DN	Diamètre intérieur	Diamètre extérieur	Tolérance admissible	Rayon de courbure minimum	Poids approx.
-	d	D	d, D	r _{min}	-
-	mm	mm	-	mm	kg/m
20	20,0	22,5	± 0,4	135	0,318
23	23,0	25,5	± 0,4	155	0,363
25	25,0	27,5	± 0,4	165	0,394
28	28,0	30,5	± 0,4	185	0,439
30	30,0	33,1	± 0,4	180	0,582
32	32,0	35,1	± 0,4	195	0,619
35	35,0	38,1	± 0,4	210	0,674
38	38,0	41,0	± 0,4	230	0,728
40	40,0	43,1	± 0,5	240	0,766
42	42,0	45,1	± 0,5	250	0,799
45	45,0	48,1	± 0,5	270	0,859
50	50,0	53,1	± 0,5	300	0,963
55	55,0	58,1	± 0,5	325	1,04
60	60,0	64,0	± 0,6	335	1,55
65	65,0	69,0	± 0,6	360	1,67
70	70,0	74,0	± 0,6	390	1,80
75	75,0	79,0	± 0,6	415	1,92
80	80,0	84,0	± 0,7	440	2,04
84	84,0	88,0	± 0,7	460	2,10
90	90,0	94,0	± 0,7	495	2,30
100	100,0	104,0	± 0,8	550	2,55
110	110,0	115,0	± 0,8	605	2,81
120	120,0	125,0	± 0,8	660	3,06
125	125,0	130,0	± 0,8	685	3,18

6.6 Tuyaux flexibles agrafés HYDRA® – au mètre, raccords, tuyaux

Gaines d'aspiration, d'échappement et d'alimentation Type FA 330S

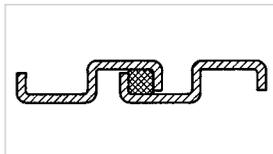
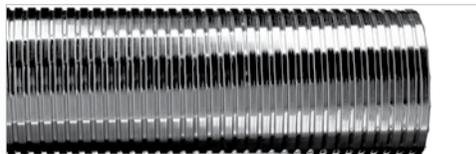
Acier galvanisé ou inoxydable, étanchéité métallique

DN	Diamètre intérieur	Diamètre extérieur	Tolérance admissible	Rayon de courbure minimum	Poids approx.
-	d	D	d, D	r _{min}	-
-	mm	mm	-	mm	kg/m
130	130,0	137,0	± 1,0	600	4,05
140	140,0	147,0	± 1,0	645	4,34
150	150,0	157,0	± 1,0	690	4,65
160	160,0	167,0	± 1,0	735	4,96
175	175,0	182,0	± 1,0	800	5,42
180	180,0	187,0	± 1,0	825	5,56
185	185,0	192,0	± 1,0	995	5,70
200	200,0	208,0	± 1,5	1085	7,74
225	225,0	233,0	± 1,5	1215	8,68
250	250,0	258,0	± 1,5	1350	9,60
275	275,0	283,0	± 1,5	1480	10,59
300	300,0	308,0	± 2,0	1615	11,49

À préciser à la commande : type de tuyau, matériau, diamètre nominal (DN), longueur

Gaines d'aspiration, d'échappement et de transport

Type FG



Applications

Gaine de transport universelle pour l'aspiration de fumées, de copeaux ou de gaz d'échappement.

Caractéristiques

- Flexible
- Résistant à la torsion

Construction

- Tuyau métallique hélicoïdal
- Agrafé simple
- Section polygonale

Matériaux

- Acier, galvanisé par trempage à chaud (1.0226)
- Acier inoxydable (1.4301)

Versions

- Sans joint – O
- Avec joint en caoutchouc – G
- Avec joint en coton – B
- Avec joint en céramique – K

Température de service

- Galvanisé avec joint en caoutchouc : 60 °C
- Galvanisé avec joint en coton : 120 °C
- Galvanisé avec joint en céramique : 400 °C
- Acier inoxydable avec joint en céramique : 600 °C

Longueurs de fabrication

En position étirée

- Jusqu'au DN 180 max. 25 m
- À partir du DN 200 max. 20 m
- À partir du DN 350 max. 8 m

Conditionnement

En couronnes

Types

- Gaine d'aspiration, acier galvanisé, sans joint
Type FG-S-O
- Gaine d'aspiration, acier galvanisé, avec joint en coton
Type FG-S-B
- Gaine d'aspiration, acier galvanisé, avec joint en caoutchouc
Type FG-S-G
- Gaine d'aspiration, acier galvanisé, avec joint en céramique
Type FG-S-K
- Gaine d'aspiration, acier inoxydable, avec joint en céramique
Type FG-E-K

6.6 Tuyaux flexibles agrafés HYDRA® – au mètre, raccords, tuyaux

Gaines d'aspiration, d'échappement et de transport

Types FG-S-O, FG-S-G, FG-S-B, FG-S-K, FG-E-K

Acier galvanisé ou inoxydable, avec joint au choix

DN	Diamètre intérieur	Diamètre extérieur	Tolérance admissible		Rayon de courbure minimum	Poids approx.
			d	D		
-	d	D	d	D	r _{min}	-
-	mm	mm	mm	mm	mm	kg/m
20	20,0	24,0	± 0,3	± 0,5	100	0,35
25	25,0	29,0	± 0,3	± 0,5	110	0,43
30	30,0	34,0	± 0,4	± 0,6	130	0,51
32	32,0	36,0	± 0,4	± 0,6	140	0,545
35	35,0	39,0	± 0,4	± 0,6	150	0,59
38	38,0	42,0	± 0,4	± 0,6	155	0,645
40	40,0	44,5	± 0,4	± 0,5	155	0,675
45	45,0	49,5	± 0,4	± 0,5	165	0,755
50	50,0	54,5	± 0,5	± 0,6	180	0,835
60	60,0	65,5	± 0,5	± 0,8	215	1,01
63	63,0	68,5	± 0,6	± 1,0	225	1,06
65	65,0	70,5	± 0,6	± 1,0	230	1,09
70	70,0	75,5	± 0,6	± 1,0	240	1,17
71	71,0	76,5	± 0,6	± 1,0	245	1,19
75	75,0	80,5	± 0,6	± 1,0	255	1,25
80	80,0	85,5	± 0,8	± 1,2	270	1,34
81	81,0	87,0	± 0,8	± 1,2	275	1,36
85	85,0	90,5	± 0,8	± 1,2	275	1,42
90	90,0	97,0	± 0,8	± 1,2	280	1,85
100	100,0	107,0	± 0,8	± 1,2	300	2,04
102	102,0	109,0	± 0,8	± 1,2	300	2,08
110	110,0	117,0	± 0,8	± 1,2	330	2,24
112	112,0	119,0	± 0,8	± 1,2	340	2,28

À préciser à la commande : type de tuyau, matériau, diamètre nominal (DN), longueur

6.6 Tuyaux flexibles agrafés HYDRA® – au mètre, raccords, tuyaux

Gaines d'aspiration, d'échappement et de transport

Types FG-S-O, FG-S-G, FG-S-B, FG-S-K, FG-E-K

Acier galvanisé ou inoxydable, avec joint au choix

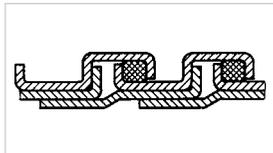
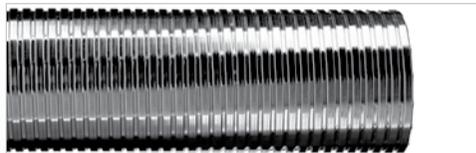
DN	Diamètre intérieur	Diamètre extérieur	Tolérance admissible		Rayon de courbure minimum	Poids approx.
			d	D		
-	d	D	d	D	r _{min}	-
-	mm	mm	-	-	mm	kg/m
120	120,0	127,0	± 0,8	± 1,2	380	2,44
122	122,0	129,5	± 0,8	± 1,2	390	2,49
125	125,0	132,0	± 0,8	± 1,2	400	2,54
130	130,0	138,5	± 1,0	± 1,5	410	2,92
140	140,0	148,5	± 1,0	± 1,5	430	3,13
150	150,0	158,5	± 1,0	± 1,5	460	3,35
160	160,0	168,5	± 1,0	± 1,5	490	3,57
175	175,0	184,0	± 1,0	± 1,5	530	3,90
180	180,0	189,0	± 1,0	± 1,5	540	4,01
200	200,0	210,5	± 1,5	± 2,0	560	5,51
210	210,0	220,5	± 1,5	± 2,0	585	5,78
224	224,0	234,5	± 1,5	± 2,0	625	6,15
225	225,0	235,5	± 1,5	± 2,0	630	6,18
250	250,0	260,5	± 1,5	± 2,0	700	6,85
275	275,0	285,5	± 1,5	± 2,0	770	7,52
280	280,0	291,0	± 1,5	± 2,0	800	7,66
300	300,0	311,0	± 2,0	± 2,5	850	8,20
315	315,0	326,0	± 2,0	± 2,5	890	8,60
350	350,0	367,5	± 2,0	± 2,5	1420	14,0
355	355,0	372,5	± 2,0	± 2,5	1440	14,2
400	400,0	417,5	± 3,0	± 3,5	1620	16,0
450	450,0	467,5	± 3,0	± 3,5	1820	17,9
500	500,0	517,5	± 3,0	± 3,5	2020	19,9

Diamètres nominaux plus grands sur demande

À préciser à la commande : type de tuyau, matériau, diamètre nominal (DN), longueur

Gaines d'aspiration, d'échappement et de transport

Type FS avec chemisage interne contre l'abrasion



Applications

Gaine de transport avec surface interne lisse, pour granulés, grains ou produits abrasifs

Caractéristiques

- Flexible
- Résistant à la torsion
- Résistant à l'usure
- Bonne étanchéité

Construction

- Tuyau métallique flexible agrafé
- Profilé crochet
- Section polygonale
- Avec protection contre l'abrasion par spirale enroulée

Matériaux

- Acier galvanisé par trempage à chaud (1.0226)
- Acier inoxydable (1.4301)

Versions

- Disponible sur demande en version acier galvanisé avec spirale intérieure en inox
- Avec joint en caoutchouc – G
- Avec joint en coton – B
- Avec joint en céramique – K

Température de service

- Galvanisé avec joint en caoutchouc : 60 °C
- Galvanisé avec joint en coton : 120 °C
- Galvanisé avec joint en céramique : 400 °C
- Acier inoxydable avec joint en céramique : 600 °C

Longueurs de fabrication

- En position étirée
- Jusqu'au DN 180 max. 25 m
- À partir du DN 200 max. 20 m
- À partir du DN 350 max. 8 m
- Longueur spécifique sur demande

Conditionnement

En couronnes

Types

- Gaine d'alimentation, acier galvanisé, avec joint en caoutchouc Type FS-S-G
- Gaine d'alimentation, acier galvanisé, avec joint en coton Type FS-S-B
- Gaine d'alimentation, acier galvanisé, avec joint en céramique Type FS-S-K
- Gaine d'alimentation, acier inoxydable, avec joint en céramique Type FS-E-K

6.6 Tuyaux flexibles agrafés HYDRA® – au mètre, raccords, tuyaux

Gaines de transport Types FS-S-G, FS-S-B, FS-S-K, FS-E-K

avec chemisage interne contre l'abrasion, acier galvanisé ou inoxydable

Diamètre intérieur	Diamètre extérieur	Tolérance admissible	Rayon de courbure ± 20%	Poids ± 10%		
				avec joint d'étanchéité en coton	avec joint d'étanchéité en céramique	avec joint d'étanchéité en caoutchouc
d ₁	D ₂	-	-	kg/m	kg/m	kg/m
45	53,5	± 0,5	200	2,030	2,070	2,060
50	58,5	± 0,5	215	2,255	2,30	2,29
55	63,5	± 0,5	230	2,48	2,53	2,52
60	68,5	± 0,5	240	2,705	2,76	2,75
65	73,5	± 0,7	250	2,92	2,98	2,97
70	78,5	± 0,7	260	3,155	3,22	3,205
75	83,5	± 0,7	275	3,36	3,43	3,415
80	89,0	± 0,7	285	3,595	3,67	3,655
90	99,5	± 1,0	345	4,23	4,28	4,39
100	109,5	± 1,0	380	4,70	4,75	4,87
105	114,5	± 1,0	400	4,88	4,97	4,915
110	120,0	± 1,0	410	5,26	5,32	5,45
120	130,0	± 1,0	450	5,64	5,71	5,85
125	135,0	± 1,0	470	6,080	6,16	6,10
130	140,0	± 1,0	485	6,11	6,18	6,35
140	150,0	± 1,0	515	6,58	6,66	6,84
150	162,5	± 1,5	545	6,96	7,16	7,46
160	172,5	± 1,5	570	7,39	7,60	7,91
170	182,5	± 1,5	590	7,84	8,060	8,39
180	192,5	± 1,5	620	8,30	8,54	8,90
190	202,5	± 1,5	650	8,77	9,020	9,40
200	212,5	± 1,5	680	9,23	9,49	9,89
210	223,0	± 1,5	715	9,69	9,97	10,38

6.6 Tuyaux flexibles agrafés HYDRA® – au mètre, raccords, tuyaux

Gaines de transport Types FS-S-G, FS-S-B, FS-S-K, FS-E-K

avec chemisage interne contre l'abrasion, acier galvanisé ou inoxydable

Diamètre intérieur	Diamètre extérieur	Tolérance admissible	Rayon de courbure ± 20%	Poids ± 10%		
				avec joint d'étanchéité en coton	avec joint d'étanchéité en céramique	avec joint d'étanchéité en caoutchouc
d ₁	D ₂	-	-	kg/m	kg/m	kg/m
225	238,0	± 1,5	765	10,40	10,70	11,15
250	265,0	± 2,0	880	15,47	15,68	16,33
275	290,0	± 2,0	1010	17,030	17,26	17,98
280	295,0	± 2,0	1040	17,34	17,57	18,34
300	315,0	± 2,0	1145	18,59	18,84	19,64
310	325,0	± 2,0	1200	19,21	19,46	20,27
350	365,0	± 2,0	1410	21,73	22,020	22,94
380	395,0	± 2,0	1565	23,58	23,90	24,93
400	415,0	± 2,0	1670	24,88	25,21	26,26
450	470,0	± 2,0	1930	28,010	28,42	29,60

À préciser à la commande : type de tuyau, matériau, diamètre nominal (DN), longueur
Avec joint d'étanchéité au choix

Versions spécifiques Types SD370L, FG370L

Gaines d'échappement DIN 14572



Applications

Les flexibles d'échappement DIN 14572 sont conçus pour le transport des gaz d'échappement des moto-pompes portatives (DIN 14410), des véhicules d'intervention incendie (DIN 14502 Partie 1) et des groupes électrogènes (DIN 14685).

Les tuyaux permettent d'éviter que le personnel ne soit gêné par les fumées.

Configuration

- Section circulaire ou polygonale
- Poignée en bois
- Embout à ergot d'un côté,
Embout à fente en L de l'autre côté

Matériaux

- Acier galvanisé avec joint en fibre de verre
- Acier, galvanisé à chaud (1.0226) à partir du DN 20

Température de service

400 °C

Livraison

En stock, sous réserves

Libellé de commande

Tuyau flexible galvanisé

DN 47 : Type SD370L

DN 80, 100 et 125 : Type FG370L

Versions spécifiques Types SD370L, FG370L

Gaines d'échappement DIN 14572

DN	Diamètre intérieur	Diamètre extérieur	Longueur nominale en position étirée	Poids
-	d1	d2	LN	-
-	mm	mm	mm	kg/m
47	50	52	1500 2500	2,50 4,00
80	85	87	2500	6,50
100	102	104	2500	10,00
125	130	132	2500	11,50

À préciser à la commande : type de tuyau, diamètre nominal (DN), longueur nominale (LN).
Autres dimensions sur demande.

6.6 Tuyaux flexibles agrafés HYDRA® – au mètre, raccords, tuyaux

Raccords Type VA20S

pour gaines d'aspiration, d'échappement et de transport Type FA, FG, FS, SD

Version

Embout lisse cylindrique

Type d'assemblage

Etanché par compression puis riveté, brasé ou pointé

Matériaux

Acier inoxydable (1.4301)

Température de service

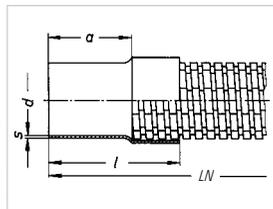
600 °C

Libellé de commande

Type de raccord VA20S

DN	d mm	s mm	a mm	l mm	Poids approx. kg
40	40	1,0	50	80	0,09
50	50	1,0	70	100	0,13
60	60	1,0	70	110	0,18
70	70	1,0	80	120	0,22
80	80	1,0	80	120	0,25
100	100	1,0	100	150	0,39
120	120	1,0	100	150	0,46
125	125	1,0	100	150	0,48
150	150	1,0	100	160	0,77
180	180	1,0	120	180	1,03
200	200	1,0	140	210	1,33
250	250	1,0	180	250	1,97
300	300	1,0	200	280	3,18
315	315	1,0	200	280	3,33
350	350	1,0	200	290	3,84

À préciser à la commande : type de raccordement, diamètre nominal (DN), type d'assemblage. Autres dimensions sur demande.



6.6 Tuyaux flexibles agrafés HYDRA® – au mètre, raccords, tuyaux

Raccords Type VB20S

pour gaines d'aspiration, d'échappement et de transport Type FA, FG, FS, SD

Version

Embout lisse à 2 fentes, cylindrique

Type d'assemblage

Etanché par compression puis riveté, brasé ou pointé

Matériaux

Acier inoxydable (1.4301)

Température de service

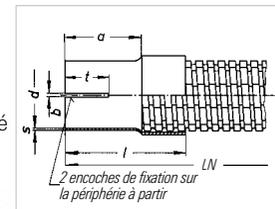
600 °C

Libellé de commande

Type de raccord VB20S

DN	d mm	s mm	b mm	t mm	a mm	l mm	Poids approx. kg
40	40	1,0	3	30	50	80	0,09
50	50	1,0	3	40	70	100	0,13
60	60	1,0	3	40	70	110	0,18
70	70	1,0	3	40	80	120	0,22
80	80	1,0	3	40	80	120	0,25
100	100	1,0	3	50	100	150	0,39
120	120	1,0	3	50	100	150	0,46
125	125	1,0	3	50	100	150	0,48
150	150	1,0	3	55	100	160	0,77
180	180	1,0	3	60	120	180	1,03
200	200	1,0	3	70	140	210	1,33
250	250	1,0	3	80	180	250	1,97
300	300	1,0	3	80	200	280	3,18
315	315	1,0	3	80	200	280	3,33
350	350	1,0	3	80	200	290	3,84

À préciser à la commande : type de raccordement, diamètre nominal (DN), type d'assemblage. Autres dimensions sur demande.



6.6 Tuyaux flexibles agrafés HYDRA® – au mètre, raccords, tuyaux

Raccords Type VF20S

Manchon pour gaines d'aspiration, d'échappement et de transport Type FA, FG, FS, SD

Version

Embout lisse avec fente en L, cylindrique

Type d'assemblage

Etanché par compression puis riveté, brasé ou pointé

Matériaux

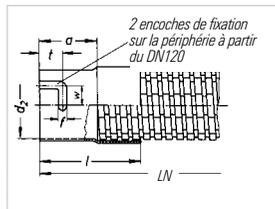
Acier inoxydable (1.4301)

Température de service

600 °C

Libellé de commande

Type de raccord VF20S



6.6 Tuyaux flexibles agrafés HYDRA® – au mètre, raccords, tuyaux

Raccords Type VE20S

Manchon pour gaines d'aspiration, d'échappement et de transport Type FA, FG, FS, SD

Version

Embout à ergo, cylindrique

Type d'assemblage

Etanché par compression puis riveté, brasé ou pointé

Matériaux

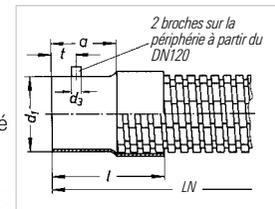
Acier inoxydable (1.4301)

Température de service

600 °C

Libellé de commande

Type de raccord VE20S



DN	d ₂ mm	f mm	t mm	w mm	a mm	l mm	Poids approx. kg
50	53	9	20	15	50	80	0,10
60	63	9	20	15	50	90	0,15
70	73	9	20	15	50	90	0,17
80	83	9	20	15	50	90	0,19
100	103	9	25	25	60	110	0,29
120	123	9	25	25	60	110	0,34
125	128	9	25	25	60	110	0,36
140	144	9	30	25	70	130	0,71
150	154	9	30	25	70	130	0,75
180	184	9	30	25	70	130	0,89
200	204	11	40	30	90	160	1,29
250	255	11	40	30	90	160	2,11
300	305	11	40	30	100	180	2,81
315	320	11	40	30	100	180	2,94
350	355	11	45	30	110	200	3,64

À préciser à la commande : type de raccordement, diamètre nominal (DN), type d'assemblage. Autres dimensions sur demande.

DN	d ₁ mm	d ₃ mm	t mm	a mm	l mm	Poids approx. kg
50	52	8	20	50	80	0,11
60	62	8	20	50	90	0,16
70	72	8	20	50	90	0,18
80	82	8	20	50	90	0,20
100	102	8	25	60	110	0,30
120	122	8	25	60	110	0,35
125	127	8	25	60	110	0,37
140	142	8	30	70	130	0,73
150	152	8	30	70	130	0,77
180	182	8	30	70	130	0,91
200	202	10	40	90	160	1,33
250	252	10	40	90	160	2,16
300	302	10	40	100	180	2,87
315	317	10	40	100	180	3,00
350	352	10	45	110	200	3,71

À préciser à la commande : type de raccordement, diamètre nominal (DN), type d'assemblage. Autres dimensions sur demande.

Raccords Type EA

Raccord à bride, tournant, pour gaines d'aspiration, d'échappement et de transport Type FA, FG, FS, SD

Construction

Raccord à bride, tournant

Type d'assemblage

Etanché par compression puis riveté, brasé ou pointé

Température de service

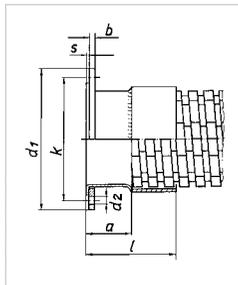
- EA20S: 600 °C
- EA80S: 480 °C

Matériaux

- EA20S: Collet acier inoxydable, bride acier inoxydable (1.4301)
- EA80S: Collet acier inoxydable (1.4301), bride acier galvanisé

Libellé de commande

Type de raccord EA20S ou EA80S



DN	Diamètre extérieur d1	b	k	Nombre de trous	d2	s	a	l	Poids approx.
	mm	mm	mm	-	mm	mm	mm	mm	kg
50	115	6	89	4	9,5	1	40	70	0,11
60	125	6	99	4	9,5	1	40	80	0,16
70*	13	6	110	4	9,5	1	40	80	0,18
80*	142	6	118	4	9,5	1	40	80	0,20
100*	162	6	139	4	9,5	1	50	100	0,30
120*	187	6	165	4	9,5	1	50	100	0,35
125*	187	6	165	4	9,5	1	50	100	0,37
140*	212	6	182	8	11,5	1	60	120	0,73
180*	252	6	219	8	11,5	1	60	120	0,91
200*	273	6	241	8	11,5	1	60	130	1,33
250*	323	6	292	8	11,5	1	60	130	2,16
300*	383	8	349	8	11,5	1	60	140	2,87
315*	398,0	8	366	8	11,5	1	60	140	3,00
350*	438,0	8	405	8	11,5	1	60	150	3,71
400*	484,0	8	448	12	11,5	1	70	170	6,28
500*	584,0	8	551	12	11,5	1	70	170	8,86

*Raccords à bride selon DIN 24154, version 07/90. À préciser à la commande : type de raccordement, diamètre nominal (DN), type d'assemblage. Autres dimensions sur demande.

Raccords Types WE, WK

Raccord rapide pour gaines d'aspiration, d'échappement et de transport Type FA, FG, FS, SD

Construction

Type WE80S

- Pièce d'accouplement avec guide et grenouillère de serrage

- À partir du DN 200: avec 2 poignées en bois

Type WK20S

- Bride avec guide
- compatible avec la pièce d'accouplement

Matériaux

Acier inoxydable

Température de service

600 °C

Accessoires disponibles

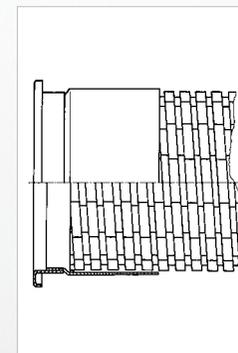
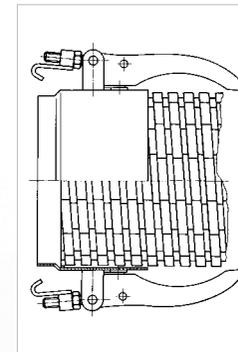
- Grille, acier galvanisé
- Bouchon avec chaîne, acier galvanisé
- Une paire de poignées, en bois

Type d'assemblage

Etanché par compression puis riveté, brasé ou pointé

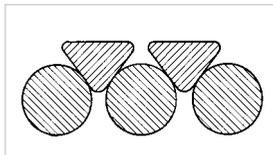
DN	Grenouillère de serrage	Poignées en bois
100	2 pièces	-
125	2 pièces	-
150	2 pièces	-
200	3 pièces	2 pièces
250	3 pièces	2 pièces
300	3 pièces	2 pièces
315	3 pièces	2 pièces

À préciser à la commande : type de raccordement, diamètre nominal (DN), type d'assemblage. Autres dimensions sur demande.



Bras semi-flexibles / cols de cygnes

Cols de cygne



Applications

Les bras flexibles, plus connus sous le nom de "cols de cygne", sont utilisés, entre autres, comme bras articulés de lampe ou de micro. Il existe également d'autres applications dans le domaine de la fibre optique (sources de lumière froide, instruments de mesure), des réflecteurs de soudage, des techniques de signalétique de transport, des téléphones de voiture, de la technologie médicale, etc.

Construction

- Flexible et rigide à la fois
- Combinaison d'un fil intérieur rond et d'un fil triangulaire hélicoïdal inséré de l'extérieur

Versions

Les versions dépendent souvent des exigences spécifiques du client. Nous nous limiterons ici à la présentation des séries standard. Si vous ne trouvez pas le produit adapté à vos besoins dans nos séries standard, n'hésitez pas à nous contacter. Profitez de notre longue expérience et de nos conseils professionnels.

Force portante

La limite de charge des bras flexibles dépend de leur dimension nominale (NG) et de la longueur de la spirale interne. On définit la longueur support (l) d'une spirale comme la longueur limite à laquelle cette spirale sustentatrice, fixée horizontalement d'un seul côté et exempte de vibrations, fléchira sous la seule force de son propre poids, cette flexion ne devant pas excéder son propre diamètre. Le diagramme de la page suivante permet de visualiser le rapport entre dimension nominale (NG) et charge maximale (p).

Instructions de montage

Les bras flexibles doivent être cintrés uniformément. En aucun cas le rayon de courbure minimum ne doit être dépassé.

Livraison

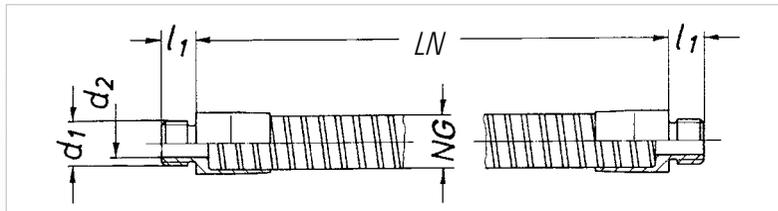
Délais de livraison rapides

Libellé de commande

- Bras flexible, surface nue, LN 90 à 4000 mm, Type BA 151L11
- Bras flexible, nickelé poli, LN 90 à 760 mm, Type BA 152L11
- Bras flexible, chromé poli, LN 90 à 760 mm, Type BA 153L11
- Bras flexible, chromé mat, LN 90 à 760 mm, Type BA 154L11
- Bras flexible, laqué noir mat, LN 90 à 800 mm, Type BA 156L11

Bras flexibles Type BA

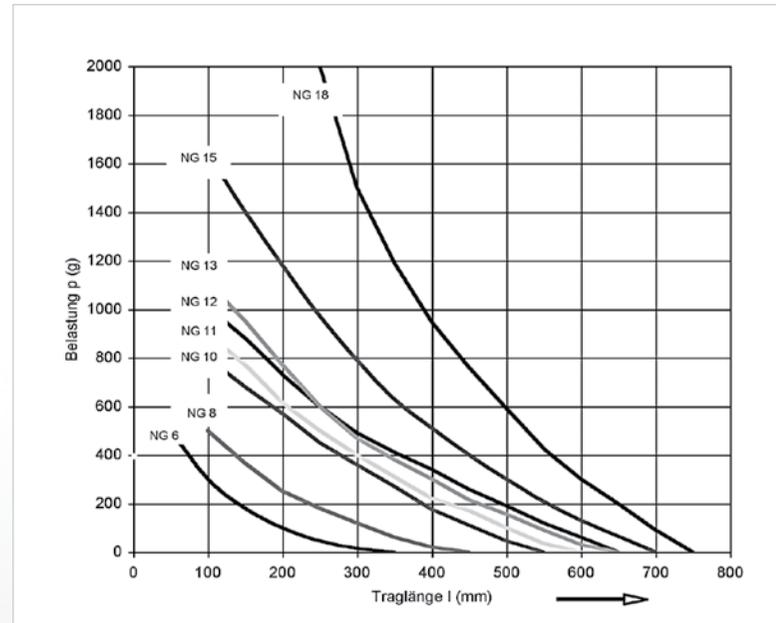
Cols de cygne



NG	Spirale sustentatrice		Dimensions de raccordement			Rayon de courbure minimum	Poids approx.
	Ø intérieur	Tolérance	d ₁	d ₂	l ₁		
-	mm	mm	mm	mm	mm	mm	kg/ m
6	2,6	+ 0,2/- 0,1	M8 x 1	3,0	8	35	0,15
8	3,9	+ 0,1/- 0,2	M10 x 1	6,5	8	45	0,25
10	5,3	+ 0,1/- 0,2	M10 x 1	6,5	8	55	0,35
11	5,3	+ 0,1/- 0,2	M10 x 1	6,5	8	50	0,465
12	6,7	+ 0,1/- 0,2	M10 x 1	6,5	8	60	0,47
13	7,1	+ 0,1/- 0,2	M10 x 1	6,5	8	60	0,59
15	7,3	+ 0,1/- 0,2	M10 x 1	6,5	8	65	0,85
18	7,7	+ 0,1/- 0,3	M10 x 1	5,0	8	120	1,30

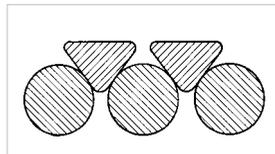
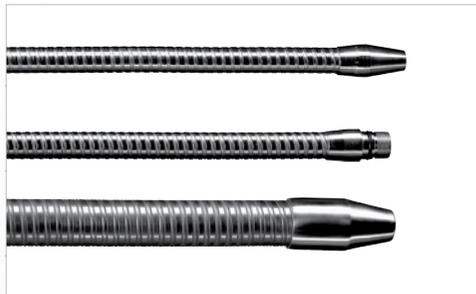
Bras flexibles Type BA

Cols de cygne, diagramme de charge



Bras flexibles Type FR

Tuyau de refroidissement



Applications

Les tuyaux de refroidissement véhiculent des liquides et des gaz de refroidissement sur les machines outils. Ils peuvent également être utilisés pour l'évacuation par soufflé d'air des copeaux de coupe des pièces usinées ou découpées.

Caractéristiques

- Rayon de courbure faible, donc positionnement exact aisé.
- Fiabilité du maintien du positionnement, même sous l'effet d'une pression élevée, sans fatigue ni vibration
- Robuste et anti-usure
- Résistant aux copeaux, huiles, et graisses à température élevée

Configuration

- La spirale sustentatrice est formée de deux fils profilés enroulés l'un sur l'autre
- Un tuyau en PVC est inséré à l'intérieur

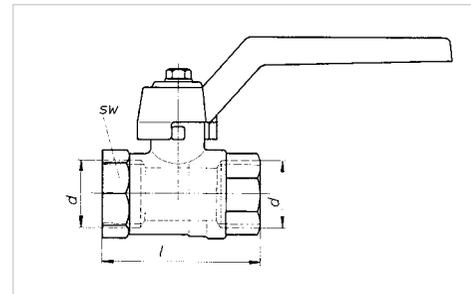
Versions

Il existe différentes versions selon les besoins :

- Type FR 201: Version standard avec raccord fixe mâle et gicleur
- Type FR 211: Flexible pour réfrigérant avec raccord pour gicleurs interchangeable
- Type FR 400: Tuyau flexible haute pression pour sollicitations mécaniques importantes, par ex. en fonderie, en construction de machines et d'outillage, sur les machines d'injection plastique ou comme lance d'injection pour liquides aqueux ou solvants afin de favoriser les opérations de refroidissement, de décollage, etc.

Bras flexibles Type FR

Tuyau de refroidissement



Accessoires

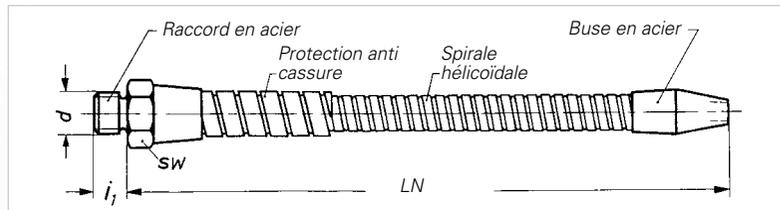
Robinet d'arrêt ASP 321
pour flexible pour réfrigérant Hydratrix
Laiton nickelé

DN	d filetage Whitworth 228/1	l mm	D sur plats mm
6	G 1/4	45	22
8	G 3/8	45	22
10	G 1/2	55	27
16	G 3/4	65	32

6.6 Tuyaux flexibles agrafés HYDRA® – au mètre, raccords, tuyaux

Bras flexibles Type FR 201

Tuyau de refroidissement



Spirale hélicoïdale en acier avec tuyau intérieur en PVC, raccord mâle avec gicleur en acier, surface du tuyau nickelée avec protection anti-cassure jusqu'au DN 10.

DN	Raccord mâle DIN 3852-A Partie 2		D sur plats	Rayon de courbure minimum	Longueur nominale approx. LN						
	d	i ₁			± 5						
-	Pouce	mm	mm	mm	mm						
4	G 1/8	8	15	64	200	250	320	400			
6	G 1/4	10	19	72	200	250	320	400	500	630	
8	G 3/8	10	24	88		250	320	400	500	630	
10	G 1/2	12	27	110			320	400	500	630	800
16	G 3/4	12	36	110					500	630	

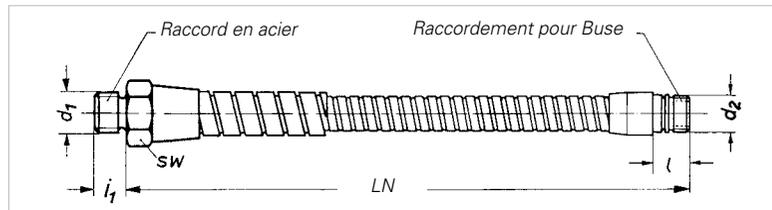
Produit en stock - livraison immédiate, sous réserves

À préciser à la commande : type de tuyau, diamètre nominal (DN), et longueur nominale (LN).

6.6 Tuyaux flexibles agrafés HYDRA® – au mètre, raccords, tuyaux

Bras flexibles Type FR 211

Tuyau de refroidissement



Spirale hélicoïdale en acier avec tuyau intérieur en PVC, raccord mâle en acier, connexion par joint torique pour gicleurs interchangeables en laiton ou en aluminium, surface du tuyau nickelée avec protection anti-cassure jusqu'au DN 10.

DN	Raccord mâle DIN 3852-A Partie 2		D sur plats	Connexion du gicleur		Rayon de courbure minimum	Longueur nominale approx. LN					
	d	i ₁		i			± 5					
-	Pouce	mm	mm	mm	mm	mm	mm					
4	G 1/8	8	15	M10x1	12,0	64	220	250	320	400		
6	G 1/4	10	19	M12x1	15,5	72	200	250	320	400	500	
8	G 3/8	10	24	M16x1	17,5	88		250	320	400	500	630
10	G 1/2	12	27	M18x1	19,0	110			320	400	500	630
16	G 3/4	12	36	M26x1,5	27,0	110					500	630

Produit en stock - livraison immédiate, sous réserves

À préciser à la commande : type de tuyau, diamètre nominal (DN), et longueur nominale (LN).

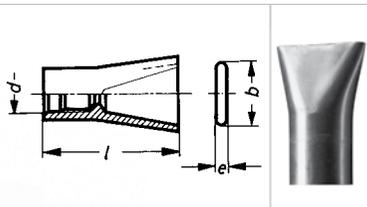
Bras flexibles type DUE 110, Type DUE 411, Type DUE 510

Tuyau de refroidissement FR 211 Accessoires : gicleurs interchangeables

Gicleur plat Type DUE 110

- Aluminium blanc

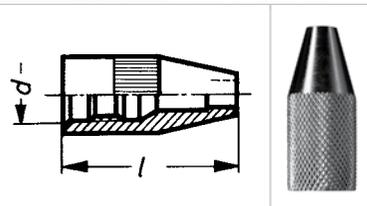
DN	d mm	l mm	Section de sortie b x e mm
4	M10 x 1	34	16 x 0,8
6	M12 x 1	40	21 x 1,4
8	M16 x 1	50	26 x 2,0
10	M18 x 1	60	32 x 2,5
16	M26 x 1,5	70	44 x 3,0



Gicleur réglable Type DUE 411

- Gicleur réglable
- Laiton nickelé

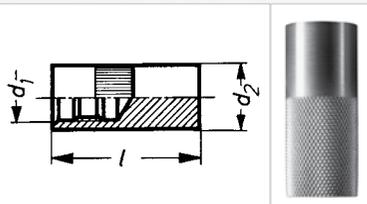
DN	d mm	l mm
4	M10 x 1	28
6	M12 x 1	36
8	M16 x 1	44
10	M18 x 1	52
16	M26 x 1,5	55



Gicleur spécial Type DUE 510

- Gicleur non percé, semi-fini
- Adaptable à toute sortie spécifique de la fabrication du client
- Laiton blanc

DN	d ₁ mm	l mm	d ₂ mm
4	M10 x 1	28	12
6	M12 x 1	36	15
8	M16 x 1	44	19
10	M18 x 1	52	23
16	M26 x 1,5	55	31,5

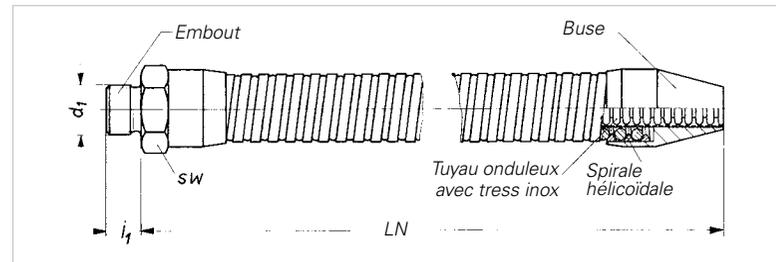


Produit en stock - livraison immédiate, sous réserves.

À préciser à la commande : type de tuyau, diamètre nominal (DN)

Bras flexibles Type FR 400

Tuyau de refroidissement



- Flexible haute pression autoportante jusqu'à 250 °C
- Tuyau flexible onduleux interne à tresse, entièrement en inox
- Spirale sustentatrice externe en acier, gicleur et raccord mâle en laiton

DN	Raccord mâle DIN 3852-A Partie 2		D sur plats	Rayon de courbure minimum	Pression nominale PN	Longueur nominale approx. LN			
	d ₁	i ₁				± 5			
-	Pouce	mm	mm	mm	bar	mm			
6	G 1/4	12	24	110	160	320	400	500	630
10	G 3/8	12	30	110	100	320	400	500	630

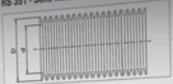
Délais de livraison rapides. À préciser à la commande :

type de tuyau, diamètre nominal (DN)

FICHES TECHNIQUES

6.3 HYDRA annularly corrugated hoses - goods sold by the metre

RS 351 - Semi-flexible annularly corrugated hoses



- Semi-flexible annularly corrugated hose, mechanically corrugated
- Wall thickness: standard
- Corrugation: very wide
- Versions:
 - RS 351 500 without braid
- Maximum production length:
 - DN 12 - 25: 100 m
- Standard material:
 - 1.4404

DN	Type	Inside diameter	Outside diameter	Permissible deviation	Minimum bending radius Single bend	Permissible operating pressure at 20 °C	Weight approx.
-	-	d	D	ΔD	r _{min}	P _{max}	-
-	-	mm	mm	mm	mm	bar	kg/m
12	RS351500	12.5	16.6	±0.3	20	10	0.265
16	RS351500	16.5	21.3	±0.3	16	17	0.125
20	RS351500	20.5	26.4	±0.4	20	9	0.165
25	RS351500	25.8	31.7	±0.4	25	10	0.36

The RS 351 is a semi-flexible hose and is primarily designed for static applications. This type of hose is not to be used for the absorption of repeated movements and vibrations. The RS 351 is optimised for self-assembly fittings.



- Semi-flexible annularly corrugated hose, mechanically corrugated
- Wall thickness: standard
- Versions:
 - IX 331 500 without braid
- Maximum production length:
 - DN 12 - 25: 100 m
- Standard material:
 - 1.4404
- Corrugation: flat

DN	Type	Inside diameter	Outside diameter	Permissible deviation	Minimum bending radius Single bend	Permissible operating pressure at 20 °C	Weight approx.
-	-	d	D	ΔD	r _{min}	P _{max}	-
-	-	mm	mm	mm	mm	bar	kg/m
12	IX331500	12.3	15.9	±0.25	22	34	0.10
16	IX331500	16.5	20.4	±0.25	40	18	0.12
20	IX331500	20.6	24.9	±0.3	50	18	0.155
25	IX331500	25.6	30.7	±0.3	60	16	0.245

The IX 331 is a semi-flexible hose and is **exclusively** designed for static applications. This type of hose is not to be used for the absorption of repeated movements and vibrations. The IX 331 is optimised for self-assembly fittings.

7. Fiches techniques

7.1	Tubes, brides, coudes, filetage	262
7.2	Tables des matériaux	288
7.3	Classes de pression nominale pour fonte malléable	312
7.4	Résistance à la corrosion	313
7.5	Tables de conversion, symboles et table de vapeur d'eau	350
7.6	Glossaire	360
7.7	Spécification technique des besoins	368

7.1 Tubes, brides, coudes, filetage

Tubes d'acier avec et sans soudure

DIN EN 10220, publication 03.2003 (extrait), dimensions et poids

Diamètre nominal	Diamètre extérieur	Épaisseur de paroi standard	Masses linéaires (poids) en kg/m											
			Épaisseur de paroi en mm											
DN	mm	mm	1,6	1,8	2	2,3	2,6	2,9	3,2	3,6	4	4,5	5	5,6
6	10,2	1,6	0,339	0,373	0,404	0,448	0,487							
8	13,5	1,8	0,47	0,519	0,567	0,635	0,699	0,758	0,813	0,879				
10	17,2	1,8	0,616	0,684	0,75	0,845	0,936	1,02	1,10	1,21	1,30	1,41		
15	21,3	2	0,777	0,866	0,952	1,08	1,20	1,32	1,43	1,57	1,71	1,86	2,01	
20	26,9	2	0,998	1,11	1,23	1,40	1,56	1,72	1,87	2,07	2,26	2,49	2,70	2,94
25	33,7	2	1,27	1,42	1,56	1,78	1,99	2,20	2,41	2,67	2,93	3,24	3,54	3,88
32	42,4	2,3	1,61	1,80	1,99	2,27	2,55	2,82	3,09	3,44	3,79	4,21	4,61	5,08
40	48,3	2,3	1,84	2,06	2,28	2,61	2,93	3,25	3,56	3,97	4,37	4,86	5,34	5,90
50	60,3	2,3	2,32	2,60	2,88	3,29	3,70	4,11	4,51	5,03	5,55	6,19	6,82	7,55
65	76,1	2,6	2,94	3,30	3,65	4,19	4,71	5,24	5,75	6,44	7,11	7,95	8,77	9,74
80	88,9	2,9	3,44	3,87	4,29	4,91	5,53	6,15	6,76	7,57	8,38	9,37	10,3	11,5
100	114,3	3,2	4,45	4,99	5,54	6,35	7,16	7,97	8,77	9,83	10,9	12,2	13,5	15,0
125	139,7	3,6	5,45	6,12	6,79	7,79	8,79	9,78	10,8	12,1	13,4	15,0	16,6	18,5
150	168,3	4	6,58	7,39	8,20	9,42	10,6	11,8	13,0	14,6	16,2	18,2	20,1	22,5
200	219,1	4,5		9,65	10,7	12,3	13,9	15,5	17,0	19,1	21,2	23,8	26,4	29,5
250	273,0	5			13,4	15,4	17,3	19,3	21,3	23,9	26,5	29,8	33,0	36,9
300	323,9	5,6					20,6	23,0	25,3	28,4	31,6	35,4	39,3	44,0

7.1 Tubes, brides, coudes, filetage

Tubes d'acier avec et sans soudure

DIN EN 10220, publication 03.2003 (extrait), dimensions et poids

Diamètre nominal	Diamètre extérieur	Épaisseur de paroi standard	Masses linéaires (poids) en kg/m														
			Épaisseur de paroi en mm														
DN	mm	mm	6,3	7,1	8	8,8	10	11	12,5	14,2	16	17,5	20	22,2			
6	10,2	1,6															
8	13,5	1,8															
10	17,2	1,8															
15	21,3	2															
20	26,9	2	3,20	3,47	3,73												
25	33,7	2	4,26	4,66	5,07	5,40											
32	42,4	2,3	5,61	6,18	6,79	7,29	7,99										
40	48,3	2,3	6,53	7,21	7,95	8,57	9,45	10,1	11,0								
50	60,3	2,3	8,39	9,32	10,3	11,2	12,4	13,4	14,7	16,1	17,5						
65	76,1	2,6	10,8	12,1	13,4	14,6	16,3	17,7	19,6	21,7	23,7	25,3	27,7				
80	88,9	2,9	12,8	14,3	16,0	17,4	19,5	21,1	23,6	26,2	28,8	30,8	34,0	36,5			
100	114,3	3,2	16,8	18,8	21,0	22,9	25,7	28,0	31,4	35,1	38,8	41,8	46,5	50,4			
125	139,7	3,6	20,7	23,2	26,0	28,4	32,0	34,9	39,2	43,9	48,8	52,7	59,0	64,3			
150	168,3	4	25,2	28,2	31,6	34,6	39,0	42,7	48,0	54,0	60,1	65,1	73,1	80,0			
200	219,1	4,5	33,1	37,1	41,6	45,6	51,6	56,5	63,7	71,8	80,1	87,0	98,2	108			
250	273,0	5	41,4	46,6	52,3	57,3	64,9	71,1	80,3	90,6	101	110	125	137			
300	323,9	5,6	49,3	55,5	62,3	68,4	77,4	84,9	96,0	108	121	132	150	165			

7.1 Tubes, brides, coudes, filetage

Tubes en acier austénitique inoxydable

DIN EN ISO 1127, publication 03.1997 (extrait), Dimensions et poids

Diamètre nominal	Diamètre extérieur	Masses linéaires (poids) en kg/m										
		Épaisseur de paroi en mm										
DN	mm	1,0	1,2	1,6	2,0	2,3	2,6	2,9	3,2	3,6	4,0	4,5
6	10,2	0,23	0,27	0,344	0,41							
8	13,5	0,313	0,369	0,477	0,575	0,645		0,789				
10	17,2	0,406		0,625	0,761	0,858			1,12			
15	21,3	0,509		0,789	0,966		1,22		1,45		1,74	
20	26,9	0,649		1,01	1,25		1,58	1,75	1,9		2,29	
25	33,7	0,818	0,976	1,29	1,58	1,81	2,02		2,45			3,29
32	42,4			1,63	2,02		2,59		3,14	3,49		
40	48,3			1,87	2,31		2,97		3,61	4,03		
50	60,3			2,35	2,92	3,34	3,76	4,17	4,58	5,11	5,83	
65	76,1			2,98	3,7	4,25	4,78	5,32		6,54	7,22	
80	88,9			3,49	4,35	4,98	5,61	6,24	6,86	7,68	8,51	
100	114,3			4,52	5,62		7,27	8,09		9,98		12,4
125	139,7			5,53	6,89		8,92		11		13,6	
150	168,3			6,68	8,32		10,8		13,2		16,4	18,5
200	219,1				10,9		14,1		17,3	19,4	21,5	
250	273,0				13,6		17,6		21,6	24,3	26,9	
300	323,9						20,9		25,7		32,1	35,9

7.1 Tubes, brides, coudes, filetage

Tubes en acier austénitique inoxydable

DIN EN ISO 1127, publication 03.1997 (extrait), Dimensions et poids

Diamètre nominal	Diamètre extérieur	Masses linéaires (poids) en kg/m										
		Épaisseur de paroi en mm										
DN	mm	5,0	5,6	6,3	7,1	8,0	8,8	10,0	11,0	12,5	14,2	
6	10,2											
8	13,5											
10	17,2											
15	21,3											
20	26,9											
25	33,7											
32	42,4	4,68										
40	48,3	5,42										
50	60,3		7,66									
65	76,1	8,9			12,3							
80	88,9		11,7			16,2						
100	114,3			17,1			23,2					
125	139,7	16,8		21	23,5			32,5				
150	168,3	20,4			28,6				43,3			
200	219,1			33,6		42,2				64,7		
250	273,0			42				65,9		81,5	92	
300	323,9	39,9			56,3			78,6		97,4		

Classe de tolérance	Tolérances pour le diamètre extérieur	
D ₁	± 1,5 %	avec min. ± 0,75 mm
D ₂	± 1 %	avec min. ± 0,50 mm
D ₃	± 0,75 %	avec min. ± 0,30 mm
D ₄	± 0,5 %	avec min. ± 0,10 mm

Classe de tolérance	Tolérances pour l'épaisseur de paroi	
T ₁	± 15 %	avec min. ± 0,60 mm
T ₂	± 12,5 %	avec min. ± 0,40 mm
T ₃	± 10 %	avec min. ± 0,20 mm
T ₄	± 7,5 %	avec min. ± 0,15 mm
T ₅	± 5 %	avec min. ± 0,10 mm

7.1 Tubes, brides, coudes, filetage

Formes d'assemblage pour tubes d'acier, directives relatives au soudage par fusion bout à bout, préparation du cordon selon DIN ISO 9692-1, publication 05.2004

Repère	Épaisseur de paroi	Désignation	Symbole ¹⁾	Forme d'assemblage (coupe)	Dimensions				
					Angle du chanfrein approx.		Écartement ²⁾	Hauteur du méplat	Profondeur du chanfrein
-	s	-	-	-	α	β	b	c	h
-	mm	-	-	-	degré	degré	mm	mm	mm
1	jusqu'à 3	Soudure en I			-	-	0 à 3	-	-
2	jusqu'à 16	Soudure en V	V		40 à 60 pour SG 60 pour E et G	-	0 à 4	jusqu'à 2	-
3	supérieure à 12	Soudure en U	U		60	8	0 à 3	jusqu'à 2	-
4	supérieure à 12	Soudure en U sur chanfrein en V	U			8	0 à 3	-	~ 4

1) Symboles additionnels cf. DIN 1912

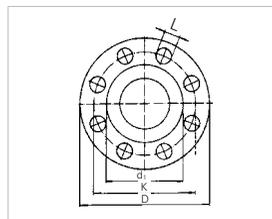
2) Les dimensions indiquées s'appliquent après pointage.

7.1 Tubes, brides, coudes, filetage

Brides standard

DIN EN 1092: publication 04.2013 (extrait)

Dimensions de raccordement PN 2,5 / PN 6



	DIN EN 1092
Diamètre extérieur	D
Diamètre de la portée du joint	d ₁
Diamètre du cercle de perçage	K
Diamètre du trou de vis	L

Diamètre nominal DN	Pression nominale 2,5						Pression nominale 6					
	D	d ₁	K	Vis		L	D	d ₁	K	Vis		L
				Nombre	Filetage					Nombre	Filetage	
10	75	35	50	4	M 10	11						
15	80	40	55	4	M 10	11						
20	90	50	65	4	M 10	11						
25	100	60	75	4	M 10	11						
32	120	70	90	4	M 12	14						
40	130	80	100	4	M 12	14						
50	140	90	110	4	M 12	14						
65	160	110	130	4	M 12	14						
80	190	128	150	4	M 16	18						
100	210	148	170	4	M 16	18						
125	240	178	200	8	M 16	18						
150	265	202	225	8	M 16	18						
200	320	258	280	8	M 16	18						
250	375	312	335	12	M 16	18						
300	440	365	395	12	M 20	22						

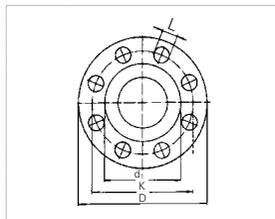
Dimensions de raccordement cf. pression nominale 6

7.1 Tubes, brides, coudes, filetage

Brides standard

DIN EN 1092: publication 04.2013 (extrait)

Dimensions de raccordement PN 10 / PN 16



	DIN EN 1092
Diamètre extérieur	D
Diamètre de la portée du joint	d ₁
Diamètre du cercle de perçage	K
Diamètre du trou de vis	L

Diamètre nominal DN	Pression nominale 10						Pression nominale 16					
				Vis						Vis		
	D	d ₁	K	Nombre	Filetage	L	D	d ₁	K	Nombre	Filetage	L
10	Dimensions de raccordement cf. pression nominale 40						Dimensions de raccordement cf. pression nominale 40					
15												
20												
25												
32												
40	Dimensions de raccordement cf. pression nominale 16						165	102	125	4	M16	18
50							185	122	145	8	M16	18
65							200	138	160	8*	M16	18
80							220	158	180	8	M16	18
100							250	188	210	8	M16	18
125							285	212	240	8	M20	22
150							340	268	295	12	M20	22
200	340	268	295	12	M20	22	340	268	295	12	M20	22
250	395	320	350	12	M20	22	405	320	355	12	M24	26
300	445	370	400	12	M20	22	460	378	410	12	M24	26

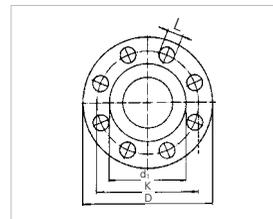
* DIN EN 1092 : 8 boulons. Avec notre accord, 4 boulons sont acceptables.

7.1 Tubes, brides, coudes, filetage

Brides standard

DIN EN 1092: publication 04.2013 (extrait)

Dimensions de raccordement PN 25 / PN 40



	DIN EN 1092
Diamètre extérieur	D
Diamètre de la portée du joint	d ₁
Diamètre du cercle de perçage	K
Diamètre du trou de vis	L

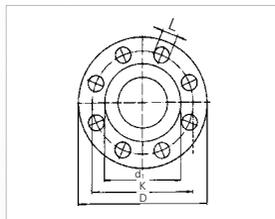
Diamètre nominal DN	Pression nominale 25						Pression nominale 40					
				Vis						Vis		
	D	d ₁	K	Nombre	Filetage	L	D	d ₁	K	Nombre	Filetage	L
10	Dimensions de raccordement cf. pression nominale 40						90	40	60	4	M12	14
15							95	45	65	4	M12	14
20							105	58	75	4	M12	14
25							115	68	85	4	M12	14
32							140	78	100	4	M16	18
40							150	88	110	4	M16	18
50							165	102	125	4	M16	18
65							185	122	145	8	M16	18
80							200	138	160	8	M16	18
100							235	162	190	8	M20	22
125	270	188	220	8	M24	26						
150	300	218	250	8	M24	26						
200	360	278	310	12	M24	26	375	285	320	12	M27	30
250	425	335	370	12	M27	30	450	345	385	12	M30	33
300	485	395	430	16	M27	30	515	410	450	16	M30	33

7.1 Tubes, brides, coudes, filetage

Brides standard

DIN EN 1092: publication 04.2013 (extrait)

Dimensions de raccordement PN 63 / PN 100



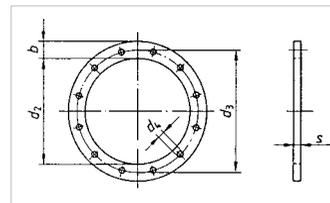
	DIN EN 1092
Diamètre extérieur	D
Diamètre de la portée du joint	d ₁
Diamètre du cercle de perçage	K
Diamètre du trou de vis	L

Diamètre nominal DN	Pression nominale 63						Pression nominale 100					
	D			Vis			D			Vis		
	D	d ₁	K	Nombre	Filetage	L	D	d ₁	K	Nombre	Filetage	L
10	Dimensions de raccordement cf. pression nominale 100						100	40	70	4	M 12	14
15							105	45	75	4	M 12	14
20							130	58	90	4	M 16	18
25							140	68	100	4	M 16	18
32							155	78	110	4	M 20	22
40							170	88	125	4	M 20	22
50							180	102	135	4	M 20	22
65	205	122	160	8	M 20	22	220	122	170	8	M 24	26
80	215	138	170	8	M 20	22	230	138	180	8	M 24	26
100	250	162	200	8	M 24	26	265	162	210	8	M 27	30
125	295	188	240	8	M 27	30	315	188	250	8	M 30	33
150	345	218	280	8	M 30	33	355	218	290	12	M 30	33
200	415	285	345	12	M 33	36	430	285	360	12	M 33	36
250	470	345	400	12	M 33	36	505	345	430	12	M 36	39
300	530	410	460	16	M 33	36	585	410	500	16	M 39	42

7.1 Tubes, brides, coudes, filetage

Brides plates

DIN 24154 Partie 2: publication 07.1990 (extrait)



Diamètre nominal DN	Diamètre intérieur		largeur x épaisseur b x s ¹	Diamètre du cercle de perçage ± 0,5 d ₃	Diamètre des trous ± 0,5 d ₄	Nombre de trous	Vis	Poids approx. kg
	d ²	Tolérances						
-	mm	-	mm	mm	mm	-	-	kg
71	73	+ 1 0	30 x 6	110	9,5	4	M 8	0,44
80	82			118				0,48
90	92			128				0,53
100	102			139				0,55
112	114			151				0,63
125	127			165				0,68
140	142	+ 1,5 0	35 x 6	182	11,5	8	M 10	0,87
160	162			200				0,98
180	182			219				1,08
200	203			241				1,19
224	227			265				1,32
250	253			292				1,45
280	283	+ 1,5 0	40 x 8	332	11,5	8	M10	2,51
315	318			366				2,98
355	358			405				3,10
400	404			448				3,44
450	454			497				3,84
500	504			551				4,13

¹⁾ Tolérances pour largeur b et épaisseur s selon DIN 1016, l'emploi des valeurs **en gras** est recommandé

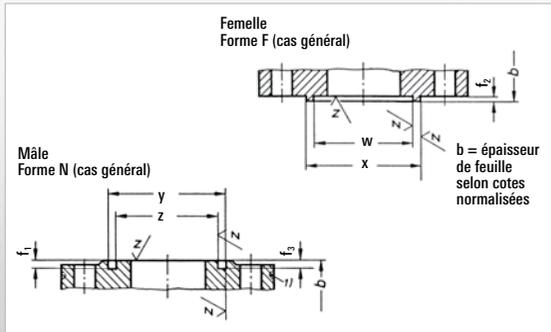
7.1 Tubes, brides, coudes, filetage

Comparaison des désignations des surfaces étanches selon les anciennes normes DIN et selon DIN EN 1092-1

Anciennes désignations selon DIN	Nouvelles désignations selon DIN EN 1092-1
Forme A	Forme A
Forme B	
Forme C	Forme B 1
Forme D	
Forme E	Forme B 2
Forme F	Forme C
Forme N	Forme D
Forme V 13	Forme E
Forme R 13	Forme F
Forme R 14	Forme G
Forme V 14	Forme H

Brides avec emboîtement mâle ou femelle
DIN EN 1092: publication 06.2002 (extrait)

Dimensions (emboîtement mâle, femelle), PN 10 à PN 160 / 100



DIN EN 1092
w
x
z
y
f ₁
f ₂
f ₃
Surface : d'étanchéité tournée : $\sqrt{r} = \sqrt{R, 3,2-12,5}$

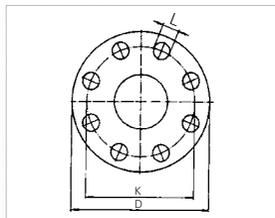
7.1 Tubes, brides, coudes, filetage

Diamètre nominal DN	Femelle			Mâle		
	w +0,5 0	x 0 -0,5	f ₂ +0,5 0	z 0 -0,5	y +0,5 0	f ₃ +0,5 0
10	24	34	4,5	23	35	4,0
15	29	39		28	40	
20	36	50		35	51	
25	43	57		42	58	
32	51	65		50	66	
40	61	75		60	76	
50	73	87		72	88	
65	95	109		94	110	
80	106	120	105	121		
100	129	149	5,0	128	150	4,5
125	155	175		154	176	
150	183	203		182	204	
200	239	259		238	260	
250	292	312		291	313	
300	343	363		342	364	

7.1 Tubes, brides, coudes, filetage

Brides selon norme US
ANSI B 16.5

Dimensions de raccordement Classe 150



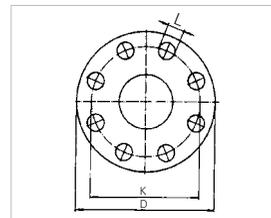
D Diamètre extérieur
K Diamètre du cercle de perçage
L Diamètre du trou de vis

Diamètre nominal	Bride					Vis				
	Diamètre extérieur		Diamètre du cercle de perçage		Nombre	Diamètre des trous		Filetage		
DN	D		K			-	L		-	
-	Pouce	mm	Pouce	mm	Pouce	-	mm	Pouce	mm	Pouce
15	½	88,9	3 ½	60,3	2 ¾	4	15,9	¾	12,7	½
20	¾	98,4	3 ¾	69,8	2 ¾	4	15,9	¾	12,7	½
25	1	107,9	4 ¼	79,4	3 ½	4	15,9	¾	12,7	½
32	1 ¼	117,5	4 ¾	88,9	3 ½	4	15,9	¾	12,7	½
40	1 ½	127,0	5	98,4	3 ¾	4	15,9	¾	12,7	½
50	2	152,4	6	120,6	4 ¾	4	19,0	¾	15,9	¾
65	2 ½	177,8	7	139,7	5 ½	4	19,0	¾	15,9	¾
80	3	190,5	7 ½	152,4	6	4	19,0	¾	15,9	¾
100	4	228,6	9	190,5	7 ½	8	19,0	¾	15,9	¾
125	5	254,0	10	215,9	8 ½	8	22,2	¾	19,0	¾
150	6	279,4	11	241,3	9 ½	8	22,2	¾	19,0	¾
200	8	342,9	13 ½	298,4	11 ¾	8	22,2	¾	19,0	¾
250	10	406,4	16	361,9	14 ¼	12	25,4	1	22,2	¾
300	12	482,6	19	431,8	17	12	25,4	1	22,2	¾

7.1 Tubes, brides, coudes, filetage

Brides selon norme US
ANSI B 16.5

Dimensions de raccordement Classe 300



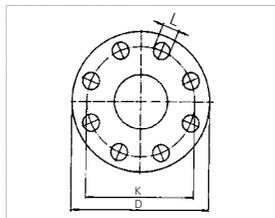
D Diamètre extérieur
K Diamètre du cercle de perçage
L Diamètre du trou de vis

Diamètre nominal	Bride					Vis				
	Diamètre extérieur		Diamètre du cercle de perçage		Nombre	Diamètre des trous		Filetage		
DN	D		K			-	L		-	
-	Pouce	mm	Pouce	mm	Pouce	-	mm	Pouce	mm	Pouce
15	½	95,2	3 ½	66,7	2 ¾	4	15,9	¾	12,7	½
20	¾	117,5	3 ¾	82,5	3 ¼	4	19,0	¾	15,9	¾
25	1	123,8	4 ¼	88,9	3 ½	4	19,0	¾	15,9	¾
32	1 ¼	133,3	4 ¾	98,4	3 ¾	4	19,0	¾	15,9	¾
40	1 ½	155,6	5	114,3	4 ½	4	22,2	¾	19,0	¾
50	2	165,1	6	127,0	5	8	19,0	¾	15,9	¾
65	2 ½	190,5	7	149,2	5 ¾	8	22,2	¾	19,0	¾
80	3	209,5	7 ½	168,3	6 ¾	8	22,2	¾	19,0	¾
100	4	254,0	9	200,0	7 ¾	8	22,2	¾	19,0	¾
125	5	279,4	10	234,9	9 ¼	8	22,2	¾	19,0	¾
150	6	317,5	11	269,9	10 ½	12	22,2	¾	19,0	¾
200	8	381,0	13 ½	330,2	13	12	25,4	1	22,2	¾
250	10	444,5	16	387,3	15 ¼	16	28,6	1 ½	25,4	1
300	12	520,7	19	450,8	17 ¾	16	31,7	1 ¼	28,6	1 ½

7.1 Tubes, brides, coudes, filetage

Brides selon norme US
ANSI B 16.5

Dimensions de raccordement Classe 400



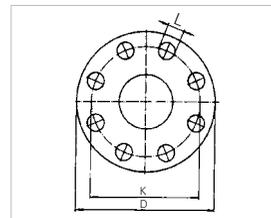
D Diamètre extérieur
K Diamètre du cercle de perçage
L Diamètre du trou de vis

Diamètre nominal	Bride					Vis				
	Diamètre extérieur		Diamètre du cercle de perçage		Nombre	Diamètre des trous		Filetage		
DN	D		K			-	L		-	
-	Pouce	mm	Pouce	mm	Pouce	-	mm	Pouce	mm	Pouce
15	½	95,2	3 ¾	66,7	2 ⅝	4	15,9	⅝	12,7	½
20	¾	117,5	4 ⅝	82,5	3 ¼	4	19,0	¾	15,9	⅝
25	1	123,8	4 ⅞	88,9	3 ½	4	19,0	¾	15,9	⅝
32	1 ¼	133,3	5 ¼	98,4	3 ⅞	4	19,0	¾	15,9	⅝
40	1 ½	155,6	6 ⅞	114,3	4 ½	4	22,2	⅞	19,0	¾
50	2	165,1	6 ½	127,0	5	8	19,0	¾	15,9	⅝
65	2 ½	190,5	7 ½	149,2	5 ⅞	8	22,2	⅞	19,0	¾
80	3	209,5	8 ¼	168,3	6 ⅝	8	22,2	⅞	19,0	¾
100	4	254,0	10	200,0	7 ⅞	8	25,4	1	22,2	⅞
125	5	279,4	11	234,9	9 ¼	8	25,4	1	22,2	⅞
150	6	317,5	12 ½	269,9	10 ⅝	12	25,4	1	22,2	⅞
200	8	381,0	15	330,2	13	12	28,6	1 ⅛	25,4	1
250	10	444,5	17 ½	387,3	15 ¼	16	31,7	1 ¼	28,6	1 ⅛
300	12	520,7	20 ½	450,8	17 ¾	16	34,9	1 ⅝	31,7	1 ¼

7.1 Tubes, brides, coudes, filetage

Brides selon norme US
ANSI B 16.5

Dimensions de raccordement Classe 600



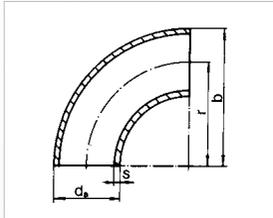
D Diamètre extérieur
K Diamètre du cercle de perçage
L Diamètre du trou de vis

Diamètre nominal	Bride					Vis				
	Diamètre extérieur		Diamètre du cercle de perçage		Nombre	Diamètre des trous		Filetage		
DN	D		K			-	L		-	
-	Pouce	mm	Pouce	mm	Pouce	-	mm	Pouce	mm	Pouce
15	½	95,2	3 ¾	66,7	2 ⅝	4	15,9	⅝	12,7	½
20	¾	117,5	4 ⅝	82,5	3 ¼	4	19,0	¾	15,9	⅝
25	1	123,8	4 ⅞	88,9	3 ½	4	19,0	¾	15,9	⅝
32	1 ¼	133,3	5 ¼	98,4	3 ⅞	4	19,0	¾	15,9	⅝
40	1 ½	155,6	6 ⅞	114,3	4 ½	4	22,2	⅞	19,0	¾
50	2	165,1	6 ½	127,0	5	8	19,0	¾	15,9	⅝
65	2 ½	190,5	7 ½	149,2	5 ⅞	8	22,2	⅞	19,0	¾
80	3	209,5	8 ¼	168,3	6 ⅝	8	22,2	⅞	19,0	¾
100	4	273,0	10 ¾	215,9	8 ½	8	25,4	1	22,2	⅞
125	5	330,2	13	266,7	10 ½	8	28,6	1 ⅛	25,4	1
150	6	355,6	14	292,1	11 ½	12	28,6	1 ⅛	25,4	1
200	8	419,1	16 ½	349,2	13 ¾	12	31,7	1 ¼	28,6	1 ⅛
250	10	508,0	20	431,8	17	16	34,9	1 ⅝	31,7	1 ¼
300	12	558,8	22	488,9	19 ¼	20	34,9	1 ⅝	31,7	1 ¼

7.1 Tubes, brides, coudes, filetage

Coude 90°
DIN 2605, Partie 1, publication 1991-02 (extrait)

Dimensionnel



Diamètre nominal DN	Diamètre extérieur d_a	Épaisseur de paroi s	Type 2: $r \sim 1,0 \times d_a$		Type 3: $r \sim 1,5 \times d_a$	
			r	b	r	b
-	mm	mm	mm	mm	mm	mm
15	21,3	2	17,5	28	28	38
20	26,9	2,3	25	39	29	43
25	33,7	2,6	25	42	38	56
32	42,4	2,6	32	53	48	69
40	48,3	2,6	38	62	57	82
50	60,3	2,9	51	81	76	106
65	76,1	2,9	63	102	95	133
80	88,9	3,2	76	121	114	159
100	114,3	3,6	102	159	152	210
125	139,7	4,0	127	197	190	260
150	168,3	4,5	152	237	229	313
200	219,1	6,3	203	313	305	414
250	273	6,3	254	391	381	518
300	323,9	7,1	305	467	457	619

Jusqu'au diamètre nominal 300, l'épaisseur de paroi s correspond à l'épaisseur de paroi standard (série 1) selon DIN EN 10220 ou DIN EN ISO 1127

7.1 Tubes, brides, coudes, filetage

Filetage de tuyauterie pour raccordement sans étanchéité dans le filet
DIN EN ISO 228-1, publication 2003-05 (extrait)

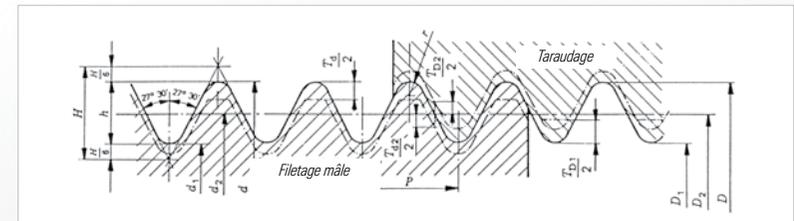
Applications

Cette norme internationale fixe la désignation, les dimensions et les tolérances des filetages de tuyauterie pour raccordement sans étanchéité dans le filet.

Exemples de désignation complète de filetage pour un filetage de dimension nominale 1 1/2

Taraudage	(seulement une classe de tolérance)	Filetage DIN EN ISO 228-G 1 1/2
Filetage mâle	Classe de tolérance A	Filetage DIN EN ISO 228-G 1 1/2 A
	Classe de tolérance B	Filetage DIN EN ISO 228/1-G 1 1/2 B

Profil de filet et zones de tolérance



7.1 Tubes, brides, coudes, filetage

Filetage de tuyauterie pour raccordement sans étanchéité dans le filetage
DIN EN ISO 228-1

Dimensions du filetage

Dimension nominale du filetage	Nombre de pas de vis sur 25,4 mm	Pas de vis P	Profondeur de pas h	Diamètre		
				Diamètre extérieur d = D	Diamètre de flanc de filetage d ₂ = D ₂	Diamètre de fond de filetage d ₁ = D ₁
-	-	P	h	d = D	d ₂ = D ₂	d ₁ = D ₁
-	mm	mm	mm	mm	mm	mm
1/16	28	0,907	0,581	7,723	7,142	6,561
1/8	28	0,907	0,581	9,728	9,147	8,566
1/4	19	1,337	0,856	13,157	12,301	11,445
3/8	19	1,337	0,856	16,662	15,806	14,95
1/2	14	1,814	1,162	20,955	19,793	18,631
5/8	14	1,814	1,162	22,911	21,749	20,587
3/4	14	1,814	1,162	26,441	25,279	24,117
7/8	14	1,814	1,162	30,201	29,039	27,877
1	11	2,309	1,479	33,249	31,77	30,291
	11	2,309	1,479	37,897	36,418	34,939
1 1/4	11	2,309	1,479	41,91	40,431	38,952
1 1/2	11	2,309	1,479	47,803	46,324	44,845
1 3/4	11	2,309	1,479	53,746	52,267	50,788
2	11	2,309	1,479	59,614	58,135	56,656
2 1/4	11	2,309	1,479	65,71	64,231	62,752
2 1/2	11	2,309	1,479	75,184	73,705	72,226
2 3/4	11	2,309	1,479	81,534	80,055	78,576
3	11	2,309	1,479	87,884	86,405	84,926
3 1/2	11	2,309	1,479	100,33	98,851	97,372
4	11	2,309	1,479	113,030	111,551	110,072
4 1/2	11	2,309	1,479	125,73	124,251	122,772
5	11	2,309	1,479	138,43	136,951	135,472
5 1/2	11	2,309	1,479	151,13	149,651	148,172
6	11	2,309	1,479	163,83	162,351	160,872

7.1 Tubes, brides, coudes, filetage

Filetage de tuyauterie pour raccordement sans étanchéité dans le filetage
DIN EN ISO 228-1

Tolérances

Dimension nominale du filetage	Tolérances pour diamètre de flancs de filetage 1)					Tolérances pour le diamètre du fond de filetage		Tolérances pour le diamètre extérieur	
	Taraudage T _{D2}		Filetage mâle T _{d2}			Taraudage T _{D1}		Filetage mâle T _{d1}	
	Cote mini	Cote maxi	Cote mini Classe A	Cote mini Classe B	Cote maxi	Cote mini	Cote maxi	Cote mini	Cote maxi
-	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
1/16	0	+ 0,107	- 0,107	- 0,214	0	0	+ 0,282	- 0,214	0
1/8	0	+ 0,107	- 0,107	- 0,214	0	0	+ 0,282	- 0,214	0
1/4	0	+ 0,125	- 0,125	- 0,25	0	0	+ 0,445	- 0,25	0
3/8	0	+ 0,125	- 0,125	- 0,25	0	0	+ 0,445	- 0,25	0
1/2	0	+ 0,142	- 0,142	- 0,284	0	0	+ 0,541	- 0,284	0
5/8	0	+ 0,142	- 0,142	- 0,284	0	0	+ 0,541	- 0,284	0
3/4	0	+ 0,142	- 0,142	- 0,284	0	0	+ 0,541	- 0,284	0
7/8	0	+ 0,142	- 0,142	- 0,284	0	0	+ 0,541	- 0,284	0
1	0	+ 0,18	- 0,18	- 0,36	0	0	+ 0,64	- 0,36	0
1 1/8	0	+ 0,18	- 0,18	- 0,36	0	0	+ 0,64	- 0,36	0
1 1/4	0	+ 0,18	- 0,18	- 0,36	0	0	+ 0,64	- 0,36	0
1 1/2	0	+ 0,18	- 0,18	- 0,36	0	0	+ 0,64	- 0,36	0
1 3/4	0	+ 0,18	- 0,18	- 0,36	0	0	+ 0,64	- 0,36	0
2	0	+ 0,18	- 0,18	- 0,36	0	0	+ 0,64	- 0,36	0
2 1/4	0	+ 0,217	- 0,217	- 0,434	0	0	+ 0,64	- 0,434	0
2 1/2	0	+ 0,217	- 0,217	- 0,434	0	0	+ 0,64	- 0,434	0
2 3/4	0	+ 0,217	- 0,217	- 0,434	0	0	+ 0,64	- 0,434	0
3	0	+ 0,217	- 0,217	- 0,434	0	0	+ 0,64	- 0,434	0
3 1/2	0	+ 0,217	- 0,217	- 0,434	0	0	+ 0,64	- 0,434	0
4	0	+ 0,217	- 0,217	- 0,434	0	0	+ 0,64	- 0,434	0
4 1/2	0	+ 0,217	- 0,217	- 0,434	0	0	+ 0,64	- 0,434	0
5	0	+ 0,217	- 0,217	- 0,434	0	0	+ 0,64	- 0,434	0
5 1/2	0	+ 0,217	- 0,217	- 0,434	0	0	+ 0,64	- 0,434	0
6	0	+ 0,217	- 0,217	- 0,434	0	0	+ 0,64	- 0,434	0

1) Pour les pièces à paroi fine, la vérification dimensionnelle s'effectue sur la base du diamètre de flancs qui résulte de la moyenne arithmétique de 2 mesures ayant une différence d'orientation de 90°.

7.1 Tubes, brides, coudes, filetage

Filetage de tuyauterie pour raccordement avec étanchéité dans le filet
DIN EN 10226-1, publication 2004-10 (extrait), ISO 7-1, publication 1994 (extrait)

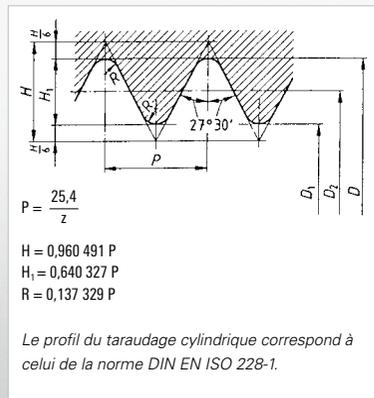
Profil de filetage et zones de tolérance

Applications

Cette norme s'applique au raccordement de taraudages cylindriques sur de la robinetterie, des raccords, des brides filetées etc. à filetage mâle conique.

Si nécessaire, un produit d'étanchéité adapté peut être utilisé dans le filetage afin de garantir un raccordement étanche.

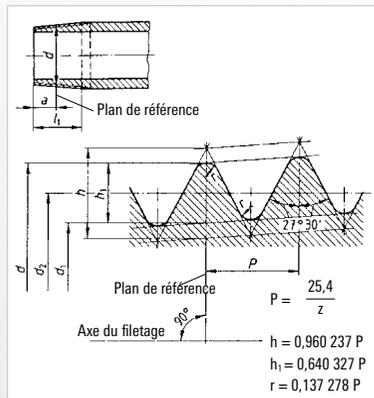
Taraudage cylindrique (abréviation Rp)



Description d'un

- Filet conique à droite
Dimension nominale du filetage $1/2$
Filetage DIN EN 10226 R $1/2$
- Taraudage cylindrique
Dimension nominale $1/2$
Filetage DIN EN 10226 R $1/2$

Filetage mâle conique (abréviation R)



7.1 Tubes, brides, coudes, filetage

Filetage de tuyauterie pour raccordement avec étanchéité dans le filet
DIN EN 10226-1

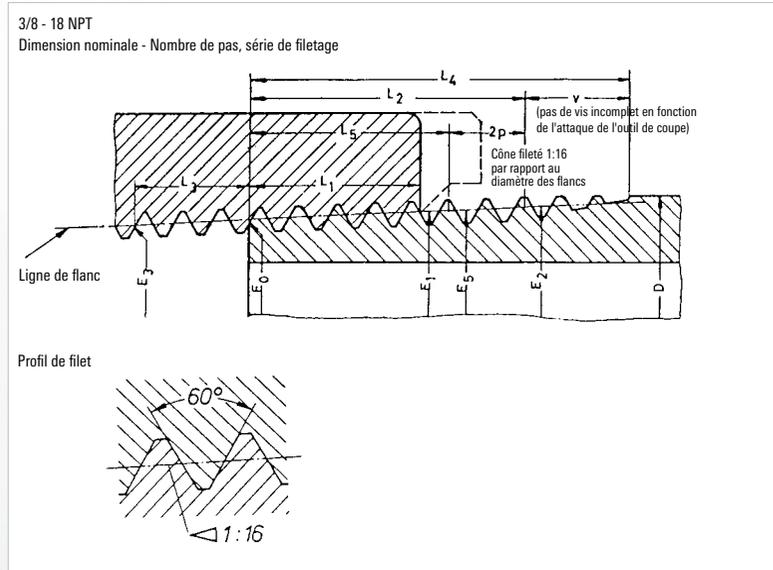
Dimensions nominales

Filetage mâle	Abréviation Taraudage	Diamètre nominal des tubes	Position du plan de référence	Diamètre extérieur	Diamètre sur flancs	Diamètre de fond de filet	Pas de vis	Nombre de pas sur 25,4 mm	Hauteur de profil	Rayon	Longueur utile de filetage
-	-	mm	mm	mm	mm	mm	degré	-	-	-	mm
R 1/16	Rp 1/16	3	4,0	7,723	7,142	6,561	0,907	28	0,581	0,125	6,5
R 1/8	Rp 1/8	6	4,0	9,728	9,147	8,566	0,907	28	0,581	0,125	6,5
R 1/4	Rp 1/4	8	6,0	13,157	12,301	11,445	1,337	19	0,856	0,184	9,7
R 3/8	Rp 3/8	10	6,4	16,662	15,806	14,95	1,337	19	0,856	0,184	10,1
R 1/2	Rp 1/2	15	8,2	20,955	19,793	18,631	1,814	14	1,162	0,249	13,2
R 3/4	Rp 3/4	20	9,5	26,441	25,279	24,117	1,814	14	1,162	0,249	14,5
R 1	Rp 1	25	10,4	33,249	31,77	30,291	2,309	11	1,479	0,317	16,8
R 1 1/4	Rp 1 1/4	32	12,7	41,91	40,431	38,952	2,309	11	1,479	0,317	19,1
R 1 1/2	Rp 1 1/2	40	12,7	47,803	46,324	44,845	2,309	11	1,479	0,317	19,1
R 2	Rp 2	50	15,9	59,614	58,135	56,656	2,309	11	1,479	0,317	23,4
R 2 1/2	Rp 2 1/2	65	17,5	75,184	73,705	72,226	2,309	11	1,479	0,317	26,7
R 3	Rp 3	80	20,6	87,884	86,405	84,926	2,309	11	1,479	0,317	29,8
R 4	Rp 4	100	25,4	113,030	111,551	110,072	2,309	11	1,479	0,317	35,8
R 5	Rp 5	125	28,6	138,43	136,951	135,472	2,309	11	1,479	0,317	40,1
R 6	Rp 6	150	28,6	163,83	162,351	160,872	2,309	11	1,479	0,317	40,1

7.1 Tubes, brides, coudes, filetage

Norme US : filetage conique NPT
ANSI B1.20.1, édition 1983 (extrait)

Exemples de désignation



7.1 Tubes, brides, coudes, filetage

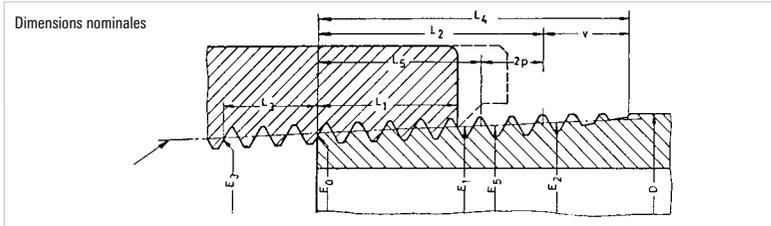
Norme US : filetage conique NPT
ANSI B1.20.1

Dimensions nominales

Dimension nominale du tube	Diamètre extérieur du tube	Nombre de pas par pouce	Pas de vis	Diamètre sur flancs à la base du filetage mâle	Filetage mâle utile		
					Longueur	Pas de vis	Diamètre
-	D	n	P	E ₀	L ₂	-	E ₂
pouce	mm	-	degré	mm	mm	-	mm
1/16	7,938	27	0,941	6,888	6,632	7,05	7,3025
1/8	10,287	27	0,941	9,2332	6,703	7,12	9,652
1/4	13,716	18	1,411	12,1257	10,206	7,23	12,7635
3/8	17,145	18	1,411	15,5451	10,358	7,34	16,1925
1/2	21,336	14	1,814	19,2641	13,556	7,47	20,1115
3/4	26,67	14	1,814	24,5791	13,861	7,64	25,4455
1	33,401	11 1/2	2,209	30,8262	17,343	7,85	31,91
1 1/4	42,164	11 1/2	2,209	39,5511	17,953	8,13	40,673
1 1/2	48,26	11 1/2	2,209	45,6207	18,377	8,32	46,769
2	60,325	11 1/2	2,209	57,6331	19,215	8,70	58,834
2 1/2	73,025	8	3,175	69,0761	28,892	9,10	70,8817
3	88,90	8	3,175	84,8517	30,48	9,60	86,7567
3 1/2	101,60	8	3,175	97,4725	31,75	10,00	99,4567
4	114,30	8	3,175	110,0933	33,020	10,40	112,1567
5	141,30	8	3,175	136,9245	35,72	11,25	139,1569
6	168,275	8	3,175	163,9245	38,418	12,10	166,1317
8	219,075	8	3,175	214,2132	43,498	13,70	216,9317
10	273,050	8	3,175	267,8509	48,895	15,40	270,9067
12	323,85	8	3,175	318,3334	53,975	17,00	321,7067

7.1 Tubes, brides, coudes, filetage

Norme US : filetage conique NPT
ANSI B1.20.1



Dimension nominale du tube	Profondeur de vissage manuel		Profondeur de vissage mécanique pour taraudage			Filet incomplet	
	Longueur	Diamètre	Longueur	Pas de vis	Diamètre		Pas de vis
-	L ₁	E ₁	L ₃	-	E ₃	v	-
pouce	mm	mm	mm	-	mm	mm	-
1/16	4,064	7,142	2,822	3	6,7117	3,264	3,47
1/8	4,102	9,4894	2,822	3	9,0566	3,264	3,47
1/4	5,786	12,4867	4,234	3	11,861	4,897	3,47
3/8	6,096	15,9261	4,234	3	15,2806	4,897	3,47
1/2	8,128	19,7721	5,443	3	18,924	6,294	3,47
3/4	8,611	25,1173	5,443	3	24,239	6,294	3,47
1	10,16	31,4612	6,627	3	30,4122	7,663	3,47
1 1/4	10,668	40,2179	6,627	3	39,1371	7,663	3,47
1 1/2	10,668	46,2874	6,627	3	45,2064	7,663	3,47
2	11,074	58,3253	6,627	3	57,2191	7,663	3,47
2 1/2	17,323	70,1589	6,35	2	68,6793	11,016	3,47
3	19,456	86,0679	6,35	2	84,455	11,016	3,47
3 1/2	20,853	98,7758	6,35	2	97,0758	11,016	3,47
4	21,438	111,4328	6,35	2	109,6962	11,016	3,47
5	23,80	138,412	6,35	2	136,5278	11,016	3,47
6	24,333	165,2516	6,35	2	163,3339	11,016	3,47
8	27,00	215,9008	6,35	2	213,8164	11,016	3,47
10	30,734	269,7719	6,35	2	267,4541	11,016	3,47
12	34,544	320,4924	6,35	2	317,9366	11,016	3,47

7.1 Tubes, brides, coudes, filetage

Norme US : filetage conique NPT
ANSI B1.20.1

Dimension nominale du tube	Longueur totale du filetage	Longueur nominale du filetage complet		Profondeur de pas	Augmentation de diamètre par pas	Diamètre du fond de filet Dimension nominale à l'extrémité du tube
		Longueur	Diamètre sur flancs			
-	L ₄	L ₅	E ₅	h	$\frac{0,0625}{n}$	K ₀
pouce	degré	mm	mm	mm	-	mm
1/16	9,896	4,75	7,1849	0,753	0,059	6,137
1/8	9,967	4,821	9,5344	0,753	0,059	8,481
1/4	15,103	7,384	12,5872	1,129	0,088	10,996
3/8	15,255	7,536	16,0162	1,129	0,088	14,417
1/2	19,85	9,929	19,8846	1,451	0,113	17,813
3/4	20,155	10,234	25,2186	1,451	0,113	23,127
1	25,006	12,924	31,6339	1,767	0,138	29,060
1 1/4	25,616	13,536	40,3969	1,767	0,138	37,785
1 1/2	26,040	13,96	46,4929	1,767	0,138	43,853
2	26,878	14,798	58,5579	1,767	0,138	55,867
2 1/2	39,908	22,524	70,485	2,54	0,198	66,535
3	41,496	24,13	86,36	2,54	0,198	82,311
3 1/2	42,766	25,40	99,0600	2,54	0,198	94,932
4	44,036	26,67	111,76	2,54	0,198	107,554
5	46,736	29,37	138,7602	2,54	0,198	134,384
6	49,433	32,068	165,735	2,54	0,198	161,191
8	54,513	37,148	216,535	2,54	0,198	211,673
10	59,911	42,545	270,51	2,54	0,198	265,311
12	64,991	47,625	321,31	2,54	0,198	315,793

7.2 Tables des matériaux

Désignations, formes de livraison, températures limites

Groupe de matière	No. de matière selon DIN EN 10 027	Abréviation selon DIN EN 10 027	Abréviation selon DIN (ancien)	Type de produit semi-fini	Documentation	Documentation antérieure	Température maximum °C		
Acier non allié	1.0254	P235TR1	St 37.0	tubes soudés tubes sans soudure	DIN EN 10217-1 DIN EN 10216-1	DIN 1626 DIN 1629	300		
	1.0255	P235TR2	St 37.4	tubes soudés tubes sans soudure	DIN EN 10217-1 DIN EN 10216-1				
	1.0427	C22G1	C 22.3	brides	VdTÜV-W 364		350		
Acier de construction	1.0038	S235JRG2	RSt 37-2	acier en barre, produits plats, fil machine	DIN EN 10025 ADW1		300		
	1.0050	E295	St 50-2						
	1.0570	S355J2G3	St 52-3						
Acier non allié résistant à la chaleur	1.0460	C22G2	C 22.8	profilés brides	VdTÜVW 350		450		
Acier résistant à la chaleur	1.0345	P235GH	HI		DIN EN 10028	DIN 17155	480		
				tôle	DIN EN 10216		450		
	1.0425	P265GH	HI1	tube sans soudure	DIN EN 10028	DIN 17155	480		
	1.0481	P295GH	17 Mn 4	tôle	DIN EN 10028	DIN 17155	500		
				tôle	DIN 17175				
	1.5415	16Mo3	15 Mo 3	tube sans soudure	DIN EN 10028	DIN 17155	530		
				tôle	DIN 17175				
	1.7335	13CrMo4-5	13 CrMo 4 4	tube sans soudure	DIN EN 10028	DIN 17155	570		
tôle				DIN 17175					
1.7380	10CrMo9-10	10 CrMo 9 10	tube sans soudure tôle	DIN EN 10028 DIN 17175	DIN 17155	600			
1.0305	P235G1TH	St 35.8	tube sans soudure	DIN 17175		480			
Acier de construction à grain fin standard	1.0562	P355N	StE 355	tube sans soudure	DIN EN 10028	DIN 17102			
				résist. temp. élevée				tôle	400
								feuillard	(-50) ¹⁾
				basse temp. spécial				acier en barres	(-60) ¹⁾

1) Limite inférieure de température

7.2 Tables des matériaux

Caractéristiques de résistance à température ambiante (TA)

(valeurs garanties ¹⁾)

No. de matière selon DIN EN 10 027	Limite d'allongement min. R _{eH} N/mm ²	Résistance à la traction R _m N/mm ²	Allongement à la min. rupture, A ₇ %		Résilience min. A _J (KV ²) J	Observations
			A ₅ %	A ₉₀ %		
1.0254	235	360-500	23			s ≤ 16
1.0255	235	360-500	23		à 0 °C : 27	s ≤ 16
1.0427	240	410-540	20 (transv.)		à RT : 31	s ≤ 70
1.0038	235	340-470	21-26 ¹⁾	17-21 ³⁾	à RT : 27	3 ≤ s ≤ 100 (R _m)
1.0050	295	470-610	16-20 ¹⁾	12-16 ³⁾		10 ≤ s ≤ 150 (KV)
1.0570	355	490-630	18-22 ¹⁾	14-18 ³⁾	à -20 °C : 27	s < 16 (R _{sp})
1.0460	240	410-540	20		à RT : 31	s ≤ 70
1.0345	235	360-480	25		à 0 °C : 27	s ≤ 16
	235	360-500	23		à 0 °C : 27	s ≤ 16
1.0425	265	410-530	23		à 0 °C : 27	s ≤ 16
1.0481	295	460-580	22		à 0 °C : 27	s ≤ 16
	270					
1.5415	275	440-590	24		à RT : 31	s ≤ 16
	270					
1.7335	300	440-600	20		à RT : 31	s ≤ 16
	290					
1.7380	310	480-630	18		à RT : 31	s ≤ 16
	280					
1.0305	235	360-480	23		à RT : 34	s ≤ 16
1.0562	355	490-630	22		à 0 °C : 47	s ≤ 16
1.0565					à 0 °C : 47	s ≤ 16
1.0566					à 0 °C : 55	s ≤ 16
1.1106					à 0 °C : 90	s ≤ 16

1) Valeur minimale de l'éprouvette testée dans le sens longitudinal ou transversal

2) Nouvelle désignation selon DIN EN 10045 ; valeur moyenne de 3 éprouvettes selon normes DIN EN

3) en fonction de l'épaisseur du produit

7.2 Tables des matériaux

Désignations, formes de livraison, températures maximum

Groupe de matière	No. de matière selon DIN EN 10 027	Abréviation selon DIN EN 10 027	Type de produit semi-fini	Documentation	Documentation antérieure	Température maximum °C	
Acier ferri-tique inoxy-dable	1.4511	X3CrNb17	feuillard	DIN EN 10088 VdTÜV-W422	DIN 17441 2)	200 selon VdTÜV	
	1.4512	X2CrTi12	feuillard	DIN EN 10088 SEW 400		350	
Acier austé-nitiques inoxy-dable	1.4301	X5CrNi18-10	feuillard tôle	DIN EN 10088	DIN 17441/97 DIN 17440/96	550 / 300 1)	
	1.4306	X2CrNi19-11	feuillard tôle	DIN EN 10088	DIN 17441/97 DIN 17440/96	550 / 350 1)	
	1.4541	X6CrNiTi18-10	feuillard tôle	DIN EN 10088	DIN 17441/97 DIN 17440/96	550 / 400 1)	
	1.4571	X6CrNiMoTi17-12-2	feuillard tôle	DIN EN 10088	DIN 17441/97 DIN 17440/96	550 / 400 1)	
	1.4404	X2CrNiMo17-12-2	feuillard tôle	DIN EN 10088	DIN 17441/97 DIN 17440/96	550 / 400 1)	
	1.4435	X2CrNiMo18-14-3	feuillard tôle	DIN EN 10088	DIN 17441/97 DIN 17440/96	550 / 400 1)	
	1.4565	X2CrNiMnMoNbN25-18-5-4	feuillard, tôle	SEW 400 / 97	SEW 400 / 91	550 / 400 1)	
	1.4539	X1NiCrMoCu25-20-5	tôle, feuillard tube sans soudure	DIN EN 10088		550 / 400 1) 400	
	1.4529	X1NiCrMoCuN25-20-7	tôle, feuillard tube sans soudure	DIN EN 10088	VdTÜV-W421 VdTÜV-W 502	400	
	Acier austé-nitique rési-stant à haute température	1.4948	X6CrNi18-10	tôle, feuillard pièce forgée tube sans soudure	DIN EN 10028-7 DIN EN 10222-5 DIN 17459	DIN 17460 DIN 17460	600 600 600
		1.4919	X6CrNiMo17-13	tôle, feuillard, barres	DIN 17460		600
				pièce forgée			
tube sans soudure				DIN 17459		600	
1.4958		X5NiCrAlTi31-20	tôle, feuillard, barres	DIN 17460		600	
			pièce forgée tube sans soudure	DIN 17459		600	

1) Température limite en cas de risque de corrosion intercostalline 2) Ancienne norme DIN 17441 7/85

7.2 Tables des matériaux

Caractéristiques de résistance à température ambiante (TA)

(valeurs garanties 3))

No. de matière selon DIN EN 10 027	Limites d'allongement min. $R_{10,2}$ N/mm ²		Résistance à la traction R_m N/mm ²	Allongement à la rupture, min < 3 mm Dicke A_5 %		Résilience > 10 mm d'ép., transv. min. KV en J	Observations			
	$R_{10,10}$ N/mm ²	$R_{10,2}$ N/mm ²		> 3 mm Dicke A_5 %	< 3 mm Dicke A_{50} %					
1.4511		230		420-600		23	s ≤ 6			
1.4512		210		380-560		25	s ≤ 6			
1.4301	q	230	260	540-750	45	45	à RT: 60	s ≤ 6		
	l	215	245		43	40				
1.4306	q	220	250	520-670	45	45	à RT: 60	s ≤ 6		
	l	205	235		43	40				
1.4541	q	220	250	520-720	40	40	à RT: 60	s ≤ 6		
	l	205	235		38	35				
1.4571	q	240	270	540-690	40	40	à RT: 60	s ≤ 6		
	l	225	255		38	35				
1.4404	q	240	270	530-680	40	40	à RT: 60	s ≤ 6		
	l	225	255		38	35				
1.4435	q	240	270	550-700	40	40	à RT: 60	s ≤ 6		
	l	225	255		38	35				
1.4565	q	420	460	800-1000	30	25	à RT: 55	s ≤ 30		
	l	240	270		530-730	35			35	à RT: 60
1.4539	q	220	250	520-720	40	40				
	l	225	255		33	30				
1.4529	q	300	340	650-850	40	40	à RT: 60	s ≤ 75		
	l	285	325		38	35				
		300	340		600-800	40			40	à RT: 84
1.4948	q	230	260	530-740	45	45	à RT: 60	s ≤ 6		
	q	195	230		490-690	35				à RT: 60
1.4919	q	185	225	500-700	30		à RT: 60			
		205	245		490-690	35			30	à RT: 60
		205	245		490-690	30				à RT: 60
1.4958		170	200	500-750	35	30	à RT: 80			
		170	200		500-750	35				à RT: 80

1) Valeur minimale de l'éprouvette testée dans le sens longitudinal ou transversal, q = en traction transversale, l = en traction longitudinale

7.2 Tables des matériaux

Désignations, formes de livraison, températures maximum

Groupe de matière	No. de matière selon DIN EN 10 027 ¹⁾	Abréviation selon DIN EN 10 027	Désignation commerciale	Type de produit semi-fini	Documentation	Température maximum °C
Acier résistant aux températures élevées	1.4828	X15CrNiSi20-12		tôle, feuillard,	DIN EN 10095 (SEW470)	900
	1.4876	X10NiCrAlTi32-21	INCOLOY 800	tôle, feuillard tous	SEW470 VdTÜV-W412	600
		X10NiCrAlTi32-21 H	INCOLOY 800 H	tôle, feuillard tous	VdTÜV-W434 DIN EN 10095	950 900
Alliages à base de nickel	2.4858	NiCr21Mo	INCOLOY 825	tous tôle, feuillard	DIN 17750/02 VdTÜV-W432 DIN 17744 ²⁾	450
	2.4816	NiCr15Fe	INCONEL 600	tôle, feuillard	DIN EN 10095 DIN 17750/02 VdTÜV-W305 DIN 17742 ²⁾	1000 450
			INCONEL 600 H			
	2.4819	NiMo16Cr15W	HASTELLOY C-276	tôle, feuillard	DIN 17750/02 VdTÜV-W400 DIN 17744 ²⁾	450
	2.4856	NiCr22Mo9Nb	INCONEL 625	produits plats tôle, feuillard	DIN EN 10095 DIN 17750/02 (VdTÜV-W499) DIN 17744 ²⁾	900 450
			INCONEL 625 H			
	2.4610	NiMo16Cr16Ti	HASTELLOY-C4	tôle, feuillard tôle, feuillard	DIN 17750/02 VdTÜV-W424 DIN 17744 ²⁾	400
2.4360	NiCu30Fe	MONEL	feuillard, tôle tube sans soudure pièce forgée	DIN 17750/02 VdTÜV-W 263 DIN 17743 ²⁾	425	

1) Pour les alliages à base de nickel, le no. de matière est défini selon la norme DIN 17007

2) Composition chimique

7.2 Tables des matériaux

Caractéristiques de résistance à température ambiante (TA)

(valeurs garanties ³⁾)

No. de matière selon DIN EN 10 027 ¹⁾	Limites d'allongement min.		Résistance à la traction R_m N/mm ²	Allongement à la rupture, min		Résilience min. KV J	Observations
	$R_{p0,2}$ N/mm ²	$R_{p1,0}$ N/mm ²		A_5 %	A_{30} %		
1.4828	230	270	500-750				s ≤ 3 mm recuit mise en solution
1.4876 INCOLOY 800 (1.4876 H)	170	210	450-680	22			recuit adoucissement
	210	240	500-750	30		à RT: 150 ⁴⁾	
INCOLOY 800H	170	200	450-700	30			recuit mise en solution (AT)
	170	210	450-680		28		
2.4858 INCOLOY 825	240	270	≥ 550	30			recuit adoucissement
	235	265	550-750			à RT: 80	s ≤ 30 mm
2.4816 INCONEL 600 INCONEL 600 H	240		500-850				recuit (+A)
	180	210	≥ 550		28		recuit mise en solution (F50)
	200	230	550-750	30		à RT: 150 ⁴⁾	recuit adoucissement
INCONEL 600 H	180	210	500-700	35	30	à RT: 150 ⁴⁾	
	310	330	≥ 690	30			recuit mise en solution
HASTELLOY C-276	310	330	730-1000	30	30	à RT: 96	s ≤ 5 mm, recuit mise en solution (F69)
					30		
2.4856 INCONEL 625 H INCONEL 625	415		820-1050				
	275	305	≥ 690			à RT: 100	s ≤ 3 mm, recuit (+A)
	400	440	830-1000	30			recuit mise en solution (F69)
2.4610 HASTELLOY-C4	305	340	≥ 690	40		à RT: 96	s ≤ 3 mm; recuit
	280	315	700-900	40	30	à RT: 96	adoucissement
2.4360 MONEL	175	205	≥ 450	30			s ≤ 5, recuit mise en solution, 5 < s ≤ 30
	175		450-600	30		à RT: 120	s ≤ 50, recuit adoucissement, recuit adoucissement

3) Valeur minimale de l'éprouvette testée dans le sens longitudinal ou transversal

4) Valeur a_k en J/cm²

7.2 Tables des matériaux

Désignations, formes de livraison, températures maximum

Groupe de matière	Désignation de la matière		DIN 17670 (antérieure) Numéro	Type de produit semi-fini	Documentation	Documentation antérieure	Température maximum °C	
	DIN EN 1652 Numéro	(nouvelle) Abréviation						
Alliage à base de cuivre	CW354H	CuNi30Mn1Fe	2.0882	CuNi30Mn1Fe CUNIFER 30 ¹⁾	feuillard, tôle	DIN-EN 1652 AD-W 6/2	DIN 17664 DIN 17670	350
Cuivre	CW024A	Cu-DHP	2.0090	SF-Cu	feuillard, tôle	DIN-EN 1652 AD-W 6/2	DIN 1787 DIN 17670	250
Alliage cuivre étain	CW452K	CuSn6	2.1020	CuSn6 Bronze	feuillard, tôle	DIN-EN 1652	DIN 17662 DIN 17670	
Alliage cuivre zinc	CW503L	CuZn20	2.0250	CuZn 20	feuillard, tôle	DIN-EN 1652	DIN 17660 DIN 17670	
	CW508L	CuZn37	2.0321	CuZn 37 Laiton	feuillard, tôle	DIN-EN 1652	DIN 17660 DIN 17670	
			2.0402	CuZn40Pb2	feuillard, tôle	DIN 17670 DIN 17660		
	DIN EN 485-2 (nouvelle) Numéro	DIN 1745-1 (antérieure) Numéro	Type de produit semi-fini	Documentation	Documentation antérieure	Température maximum °C		
Alliage d'aluminium corroyé	EN AW-5754	EN AW-Al Mg3	3.3535	AlMg 3	feuillard, tôle	DIN EN 485-2 DIN EN 575-3 AD-W 6/1	DIN 1745 DIN 1725	
	EN AW-6082	EN AW- AlSi1MgMn	3.2315	AlMgSi 1	feuillard, tôle	DIN-EN 485-2 DIN-EN 573-3	DIN 1745 DIN 1725	150 (AD-W)
Nickel pur				LC-Ni 99	feuillard, tôle	VdTÜV-W 345		
Titane	2.4068	LC-Ni 99		Ti 1	feuillard, tôle	DIN 17 850		600
	3.7025	Ti 1				DIN 17 860 VdTÜV-W 230		250
Tantale		Ta		Ta	feuillard, tôle	VdTÜV-W382		250

1) Désignation commerciale

7.2 Tables des matériaux

Caractéristiques de résistance à température ambiante (TA)

(valeurs garanties²⁾)

No. de matière	Limites d'allongement min.		Résistance à la traction R _m N/mm ²	Allongement à la rupture min. A ₇ %	Résilience min. KV J	Observations
	R _{0,2} N/mm ²	R _{p1,0} N/mm ²				
CW354H 2.0882	≥ 120		350-420	35 ⁴⁾		R350 (F35) ⁴⁾ 0,3 ≤ s ≤ 15
CW024A 2.0090	≤ 100		200-250	42 ⁴⁾		R200 (F20) ⁴⁾ s > 5 mm
	≤ 140		220-260	33 ⁷⁾ / 42 ⁴⁾		R220 (F22) ⁴⁾ 0,2 ≤ s ≤ 5 mm
CW452K 2.1020	≤ 300		350-420	45 ⁷⁾		R350 (F35) ⁴⁾ 0,1 ≤ s ≤ 5 mm
				55 ⁴⁾		
CW503L 2.0250	≤ 150		270-320	38 ⁷⁾		R270 (F27) ⁴⁾ 0,2 ≤ s ≤ 5 mm
				48 ⁴⁾		
CW508L 2.0321	≤ 180		300-370	38 ⁷⁾		R300 (F30) ⁴⁾ 0,2 ≤ s ≤ 5 mm
				48 ⁴⁾		
2.0402	≤ 300		≥ 380	35		(F38) ⁴⁾ 0,3 ≤ s ≤ 5 mm
No. de matière	Limites d'allongement min.		Résistance à la traction R _m N/mm ²	Allongement à la rupture min. A ₅ %	Résilience min. KV J	Observations
	R _{0,2} N/mm ²	R _{p1,0} N/mm ²				
EN AW-5754 3.3535	≥ 80		190-240	14 (A50)		0,5 < s ≤ 1,5 mm État : O / H11 Valeurs DIN EN
EN AW-6082 3.2315	≤ 85		≤ 150	14 (A50)		0,4 ≤ s ≤ 1,5 mm État : O ; Valeurs DIN EN
	2.4068	≥ 80	≥ 105	40		
3.7025	≥ 180	≥ 200	290-410	30 / 24 ⁴⁾	62	0,4 < s ≤ 8 mm
TANTALE - ES	≥ 140		≥ 225	35 ³⁾		0,1 ≤ s ≤ 5,0 fusion par bombardement d'électrons frittage sous vide
TANTALE - GS	≥ 200		≥ 280	30 ³⁾		

2) Valeur minimale de l'éprouvette testée dans le sens longitudinal ou transversal

3) Longueur mesurée l₀ = 25 mm

4) Désignation d'état selon DIN EN 1652 ou (-) selon DIN

5) Selon DIN, matériau non inclus dans la DIN EN 6) Donnée en DIN EN pour s > 2,5 mm

7) Allongement à la rupture A₅₀, donnée en DIN EN pour s ≤ 2,5 mm

8) A₅₀ pour épaisseurs ≤ 5 mm

7.2 Tables des matériaux

Composition chimique

(pourcentage massique)

Groupe de matière	No. de matière	Abréviation	C ¹⁾	Si max.	Mn	P max.	S max.	Cr	Mo	Ni	Autres éléments
Acier non allié	1.0254	P235TR1	≤ 0,16	0,35	≤ 1,20	0,025	0,020	≤ 0,30	≤ 0,08	≤ 0,30	Cu ≤ 0,30 Cr+Cu+Mo+Ni ≤ 0,70
	1.0255	P235TR2	≤ 0,16	0,35	≤ 1,20	0,025	0,020	≤ 0,30	≤ 0,08	≤ 0,30	Cu ≤ 0,30 Cr+Cu+Mo+Ni ≤ 0,70 Al _{tot} ≥ 0,02
	1.0427	C22G1	0,18 - 0,23	0,15 - 0,35	0,40 - 0,90	0,035	0,030	≤ 0,30			Al _{tot} ≥ 0,015
Acier de construction	1.0038	S235JRG2	≤ 0,17		≤ 1,40	0,045	0,045				N ≤ 0,009
	1.0050	E295				0,045	0,045				N ≤ 0,009
	1.0570	S355J2G3	≤ 0,20	0,55	1,60	0,035	0,035				Al _{tot} ≥ 0,015
Acier non allié résistant à la chaleur	1.0460	C22G2	0,18 - 0,23	0,15 - 0,35	0,40 - 0,90	0,035	0,030	≤ 0,30			
Acier résistant à la chaleur	1.0345	P235GH	≤ 0,16	0,35	0,40 - 1,20	0,030	0,025	≤ 0,30	≤ 0,08	≤ 0,30	Nb, Ti, V Al _{tot} ≥ 0,020 Cu ≤ 0,30
	1.0425	P265GH	≤ 0,20	0,40	0,50	0,030	0,025	≤ 0,30	≤ 0,08	≤ 0,30	
	1.0481	P295GH	0,08 - 0,20	0,40	0,90 - 1,50	0,030	0,025	≤ 0,30	≤ 0,08	≤ 0,30	Cr+Cu+Mo+Ni ≤ 0,70
	1.5415	16Mo3	0,12 - 0,20	0,35	0,40 - 0,90	0,030	0,025	≤ 0,30	0,25 - 0,35	≤ 0,30	Cu ≤ 0,3
	1.7335	13CrMo4-5	0,08 - 0,18	0,35	0,40 - 1,00	0,030	0,025	0,70 - 1,15	0,40 - 0,60		Cu ≤ 0,3
	1.7380	10 CrMo9-10	0,08 - 0,14	0,50	0,40 - 0,80	0,030	0,025	2,00 - 2,50	0,90 - 1,10		Cu ≤ 0,3
	1.0305	P235G1TH	≤ 0,17	0,10 - 0,35	0,40 - 0,80	0,040	0,040				

1) La teneur en C dépend de l'épaisseur. Les valeurs correspondent à une épaisseur ≤ 16 mm.

7.2 Tables des matériaux

Composition chimique

(pourcentage massique)

Groupe de matière	No. de matière	Abréviation	C max.	Si max.	Mn	P max.	S max.	Cr	Mo	Ni	Autres éléments
Acier de construction à grain fin	1.0562	P355N	0,20	0,50	0,9 - 1,7	0,030	0,025	≤ 0,3	≤ 0,8	≤ 0,5	Al _{tot} ≥ 0,020 (v. DIN EN 10028-3)
	1.0565	P355NH	0,20	0,50	0,9 - 1,7	0,030	0,025	≤ 0,3	≤ 0,8	≤ 0,5	Cu, N, Nb, Ti, V
	1.0566	P355NL1	0,18	0,50	0,9 - 1,7	0,030	0,020	≤ 0,3	≤ 0,8	≤ 0,5	Nb + Ti + V ≤ 0,12
	1.1106	P355NL2	0,18	0,50	0,9 - 1,7	0,025	0,015	≤ 0,3	≤ 0,8	≤ 0,5	
Acier ferritique inoxydable	1.4511	X3CrNb17	0,05	1,00	≤ 1,0	0,040	0,015	16,0 - 18,0			Nb: 12 x % C - 1,00
	1.4512	X2CrTi12	0,03	1,00	≤ 1,0	0,040	0,015	10,5 - 12,5			Ti: 6 x (C+N) - 0,65
Acier austénitique inoxydable	1.4301	X5CrNi18-10	0,07	1,00	≤ 2,0	0,045	0,015	17,0 - 19,5	8,0 - 10,5		
	1.4306	X2CrNi19-11	0,03	1,00	≤ 2,0	0,045	0,015	18,0 - 20,0	10,0 - 12,0		
	1.4541	X6CrNiTi18-10	0,08	1,00	≤ 2,0	0,045	0,015	17,0 - 19,0	9,0 - 12,0		Ti: 5 x % C - 0,7
	1.4571	X6CrNiMoTi17 12 2	0,08	1,00	≤ 2,0	0,045	0,015	16,5 - 18,5	2,0 - 2,5	10,5 - 13,5	Ti: 5 x % C - 0,7
	1.4404	X2CrNiMo17 12 2	0,03	1,00	≤ 2,0	0,045	0,015	16,5 - 18,5	2,0 - 2,5	10,0 - 13,0	N ≤ 0,11
	1.4435	X2CrNiMo18 14 3	0,03	1,00	≤ 2,0	0,045	0,015	17,0 - 19,0	2,5 - 3,0	12,5 - 15,0	
	1.4565	X2CrNiMoNbN2518-5-4	0,04	1,00	4,5 - 6,5	0,030	0,015	21,0 - 25,0	3,0 - 4,5	15,0 - 18,0	Nb ≤ 0,30, N: 0,04 - 0,15
	1.4539	X1NiCrMoCu25-20-5	0,02	0,70	≤ 2,0	0,030	0,010	19,0 - 21,0	4,0 - 5,0	24,0 - 26,0	Cu, N: ≤ 0,15
	1.4529	X2NiCrMoCuN25-20-7	0,02	0,50	≤ 1,0	0,030	0,010	19,0 - 21,0	6,0 - 7,0	24,0 - 26,0	Cu: 0,5 - 1 N: 0,15 - 0,25

7.2 Tables des matériaux

Composition chimique

(pourcentage massique)

Groupe de matière	No. de matière	Abréviation Désignation commerciale	C	Si	Mn	P max.	S max.	Cr	Mo	Ni	Autres éléments
Acier austénitique extrêmement résistant à la chaleur	1.4948	X6CrNi18-10	0,04 - 0,08	≤ 1,00	≤ 2,0	0,035	0,015	17,0 - 19,0		8,0 - 11,0	
	1.4919	X6CrNiMo 17-13	0,04 - 0,08	≤ 0,75	≤ 2,0	0,035	0,015	16,0 - 18,0	2,0 - 2,5	12,0 - 14,0	
Acier résistant à la chaleur	1.4828	X15CrNiSi 20-12	≤ 0,20	1,50 - 2,00	≤ 2,0	0,045	0,015	19,0 - 21,0		11,0 - 13,0	N: max 0,11
	1.4876 (DIN EN)	X10NiCrAlTi32-21 INCOLOY 800H	≤ 0,12	≤ 1,00	≤ 2,0	0,030	0,015	19,0 - 23,0		30,0 - 34,0	Al: 0,15 - 0,60 Ti: 0,15 - 0,60
Alliage à base de nickel	10095	NiCr21Mo	≤ 0,025	≤ 0,50	≤ 1,0	0,020	0,015	19,5 - 23,5	2,5 - 3,5	38,0 - 46,0	Ti, Cu, Al, Co ≤ 1,0
	2.4858	INCOLOY 825									
		NiCr15Fe INCONEL 600	0,05 - 0,10	≤ 0,50	≤ 1,0	0,020	0,015	14,0 - 17,0		> 72	Ti, Cu, Al
	2.4816	INCONEL 600 H									
	2.4819	NiMo16Cr15W HASTELLOY C-276	≤ 0,01	0,08	≤ 1,0	0,020	0,015	14,5 - 16,5	15,0 - 17,0	reste	V, Co, Cu, Fe
		NiCr22Mo9Nb INCONEL 625	0,03 - 0,10	≤ 0,50	≤ 0,5	0,020	0,015	20,0 - 23,0	8,0 - 10,0	> 58	Ti, Cu, Al Nb/Ta: 3,15 - 4,15
	2.4856	INCONEL 625 H									Co ≤ 1,0
	NiMo16Cr16Ti HASTELLOY C4	≤ 0,015	≤ 0,08	≤ 1,0	0,025	0,015	14,0 - 18,0	14,0 - 17,0	reste	Ti, Cu, Co ≤ 2,0	
	NiCu30Fe MONEL	≤ 0,15	≤ 0,50	≤ 2,0		0,020				> 63	Cu: 28 - 34% Ti, Al, Co ≤ 1,0
2.4360											
Alliage à base de cuivre		CuNi 30 Mn1 Fe	≤ 0,05		0,5 - 1,5		0,050			30,0 - 32,0	Cu: Reste, Pb, Zn
	2.0882	CUNIFER 30									

7.2 Tables des matériaux

Composition chimique

(pourcentage massique)

Groupe de matière	No. de matière	Abréviation	Cu	Al	Zn	Sn	Pb	Ni	Ti	Ta	Autres éléments
Cuivre	CW024A (2.0090)	Cu DHP (SF-Cu)	≥ 99,9								P: 0,015 - 0,04
Alliage cuivre étain	CW452K (2.1020)	CuSn 6 Bronze	reste		≤ 0,2	5,5 - 7,0	≤ 0,20	≤ 0,2			P: 0,01 - 0,4 Fe: ≤ 0,1
Alliage cuivre zinc	CW503L 2.0250	CuZn 20	79,0 - 81,0	≤ 0,02	reste	≤ 0,1	≤ 0,05				
	CW508L (2.0321)	CuZn 37 Laiton	62,0 - 64,0	≤ 0,05	reste	≤ 0,1	≤ 0,10	≤ 0,3			
	2.0402	CuZn 40 Pb 2	57,0 - 59,0	≤ 0,1	reste	≤ 0,3	1,50 - 2,50	≤ 0,4			
Alliage d'aluminium corroyé	EN AW-5754 (3.3535)	EN AW-Al Mg3	≤ 0,1	reste	≤ 0,1				≤ 0,15		Si, Mn, Mg
	EN AW-6082 (3.2315)	EN AW-Al Si1MgMn	≤ 0,1	reste	≤ 0,2				≤ 0,10		Si, Mn, Mg
Nickel pur	2.4068	LC-Ni 99	≤ 0,025					≥ 99	≤ 0,10		C ≤ 0,02 Mg ≤ 0,15 S ≤ 0,01 Si ≤ 0,2
Titane	3.7025	Ti							reste		N ≤ 0,05 H ≤ 0,013 C ≤ 0,06 Fe ≤ 0,15
Tantale	-	Ta						≤ 0,01	≤ 0,01	reste	

7.2 Tables des matériaux

Valeurs de résistance à températures élevées

No. de matière selon DIN	Type de valeur	Caractéristiques de résistance en N/mm ²																	
		RT ¹⁾	Températures en °C																
			100	150	200	250	300	350	400	450	500	550	600	700	800				
1.0254	R _{p 0,2}	235																	
1.0255	R _{p 0,2}	235																	
1.0427	R _{p 0,2}	220	210	190	170	150	130	110											
1.0038	R _{p 0,2}	205	187		161	143	122	(valeurs selon AD W1)											
1.0570	R _{p 0,2}	315	254		226	206	186												
1.0460	R _{p 0,2}	240	230	210	185	165	145	125	100	80									
	R _{p 1/100000}								136	80	(53)								
	R _{p 1/1000000}								95	49	(30)								
	R _{m 100000}								191	113	(75)								
	R _{m 1000000}								132	69	(42)								
1.0345	R _{p 0,2}	206	190	180	170	150	130	120	110	80	(53)								
	R _{p 1/100000}								136	80	(53)								
	R _{p 1/1000000}								95	49	(30)								
	R _{m 100000}								191	113	(75)								
	R _{m 2000000}								115	57	(33)								
1.0425	R _{p 0,2}	234	215	205	195	175	155	140	130	80	(53)								
	R _{p 1/100000}								136	80	(53)								
	R _{p 1/1000000}								95	49	(30)								
	R _{m 100000}								191	113	(75)								
	R _{m 2000000}								132	69	(42)								
1.0481	R _{p 0,2}	272	250	235	225	205	185	170	155	93	49								
	R _{p 1/100000}								167	93	49								
	R _{p 1/1000000}								118	59	29								
	R _{m 100000}								243	143	74								
	R _{m 2000000}								179	85	41								
1.5415	R _{p 0,2}	275			215	200	170	160	150	145	140								
	R _{p 1/100000}								216	132	(84)								
	R _{p 1/1000000}								167	73	(36)								
	R _{m 100000}								298	171	(102)								
	R _{m 2000000}								239	101	(53)								
1.7335	R _{p 0,2}				230	220	205	190	180	170	165								
	R _{p 1/100000}								245	157	(53)								
	R _{p 1/1000000}								191	98	(24)								
	R _{m 100000}								370	239	(76)								
	R _{m 2000000}								285	137	(33)								

7.2 Tables des matériaux

Valeurs de résistance à températures élevées

No. de matière selon DIN	Type de valeur	Caractéristiques de résistance en N/mm ²																				
		RT ¹⁾	Températures en °C																			
			100	150	200	250	300	350	400	450	500	550	600	700	800							
1.7380	R _{p 0,2}										245	230	220	210	200	190	180					
	R _{p 1/100000}															240	147	83	44			
	R _{p 1/1000000}															166	103	49	22			
	R _{m 100000}															306	196	108	61			
	R _{m 2000000}															221	135	68	34			
1.0305	R _{p 0,2}	235									185	165	140	120	110	105						
	R _{p 1/100000}														136	80	(53)					
	R _{p 1/1000000}														95	49	(30)					
	R _{m 100000}														191	113	(75)					
	R _{m 2000000}														132	69	(42)					
1.0565	R _{p 0,2}	336	304	284	245	226	216	196	167													
1.4511	R _{p 0,2}	230	230	220	205	190	180	165														
1.4512	R _{p 0,2}	210	200	195	190	186	180	160														
1.4301	R _{p 0,2}	215	157	142	127	118	110	104	98	95	92	90										
	R _{p 1}		191	172	157	145	135	129	125	122	120	120										
	R _{m 100000}																		122	48	(17)	
	R _{m 2000000}																		74	23	(5)	
1.4306	R _{p 0,2}	205	147	132	118	108	100	94	89	85	81	80										
	R _{p 1}		181	162	147	137	127	121	116	112	109	108										
1.4541	R _{p 0,2}	205	176	167	157	147	136	130	125	121	119	118										
	R _{p 1}		208	196	186	177	167	161	156	152	149	147										
	R _{m 100000}																			115	45	(17)
	R _{m 2000000}																			65	22	(8)
1.4571	R _{p 0,2}	225	185	177	167	157	145	140	135	131	129	127										
	R _{p 1}		218	206	196	186	175	169	164	160	158	157										
1.4404	R _{p 0,2}	225	166	152	137	127	118	113	108	103	100	98										
	R _{p 1}		199	181	167	157	145	139	135	130	128	127										
1.4435	R _{p 0,2}	225	165	150	137	127	119	113	108	103	100	98										
	R _{p 1}		200	180	165	153	145	139	135	130	128	127										
1.4565	R _{p 0,2}	420	350	310	270	255	240	225	210	210	210	200										
	R _{p 1}	460	400	355	310	290	270	255	240	240	240	230										
1.4539	R _{p 0,2}	220	205	190	175	160	145	135	125	115	110	105										
	R _{p 1}		235	220	205	190	175	165	155	145	140	135										
	R _{m (V_{0,2}T_{UV})}		520	440	420	400	390	380	370	360												
1.4529	R _{p 0,2}	300	230	210	190	180	170	165	160													
	R _{p 1}	340	270	245	225	215	205	195	190													

1) Valeurs à température ambiante valables jusqu'à 50 °C

7.2 Tables des matériaux

No. de matière selon DIN	Caractéristiques de résistance en N/mm ²																
	Type de valeur	Températures en °C															
		RT ¹⁾	100	150	200	250	300	350	400	450	500	550	600	700	800	900	
1.4948	R _{p0.2}	230	157	142	127	117	108	103	98	93	88	83	78				
	R _{p1}	260	191	172	157	147	137	132	127	122	118	113	108				
	R _m	530	440	410	390	385	375	375	375	370	360	330	300				
	R _{p1/100000}										147	121	94	35			
	R _{p1/1000000}										114	96	74	22			
	R _{m10000}										250	191	132	55			
1.4919	R _{p0.2}	205	177		147		127		118		108	103	98				
	R _{p1}	245	211		177		157		147		137	132	128				
	R _{p1/100000}											180	125	46			
	R _{p1/1000000}											125	85	25			
	R _{m10000}											250	175	65			
	R _{m100000}											175	120	34			
1.4828 DIN EN 10095	R _{p0.2}	230	332		318		300		279		253		218	(données fabricant)			
	R _m	550	653		632		600		550		489		421	(données fabricant)			
	R _{p1/10000}											120	50	20	8		
	R _{p1/100000}											80	25	10	4		
	R _{m10000}											190	75	35	15		
	R _{m100000}											120	36	18	8.5		
1.4876 DIN EN 10095 Incoloy 800H	R _{p0.2}	170	185	170	160	150	145		130		125	120	115	(données fabricant)			
	R _{p1}	210	205	190	180	170	165		150		145	140	135	(données fabricant)			
	R _m	450	425		400		390		380		360		300				
	R _{p1/10000}											130	70	30	13		
	R _{p1/100000}											90	40	15	5		
	R _{m10000}											200	90	45	20		
2.4858	R _{p0.2}	235	205	190	180	175	170	165	160	155							
	R _{p1}	265	235	220	205	200	195	190	185	180							
	R _m	550	530		515		500		490	485							
2.4816 DIN EN 10095	R _{p0.2}	200	180		165		155		150	145				(recuit adoucissement)			
	R _m	550	520		500		485		480	475				(recuit adoucissement)			
														(recuit adoucissement)			
	R _{p0.2}	180	170		160		150		150	145				(recuit d'homogénéisation)			
	R _m	500	480		460		445		440	435				(recuit d'homogénéisation)			
														(recuit d'homogénéisation)			
	R _{p1/100000}										153		91	43	18	8	
	R _{p1/1000000}										126		66	28	12	4	
	R _{m10000}												160	96	38	22	
	R _{m100000}												297	138	63	29	13
	R _{m1000000}												215	97	42	17	7

1) valeurs à température ambiante valables jusqu'à 50 °C

7.2 Tables des matériaux

No. de matière selon DIN	Caractéristiques de résistance en N/mm ²																	
	Type de valeur	Températures en °C																
		RT	100	150	200	250	300	350	400	450	500	550	600	700	800	900		
2.4819 VgTÜVW 400	R _{p0.2}	310	280		240		220		195									
	R _{p1}	330	305		275		215		200									
2.4856 DIN EN 10095	R _{p0.2}	410	350		320		300		280		170							
	R _{p1/1000000}														250	90	30	10
	R _{m1000000}														290	135	45	18
	R _{m10000}															260	107	34
2.4610	R _{p0.2}																	
	R _{p1}	305	285		255		245		225									
2.4360	R _{p0.2}	340	315		285		270		260									
	R _{p1}																	
	R _{p1/100000}																	
	R _{p1/1000000}																	
	R _{m10000}																	
	R _{m100000}																	
CW354H 2.0882	R _{p1}	140	130	126	123	120	117	112										
	R _{p1/100000}																	
	R _{p1/1000000}																	
	R _{m1000000}																	
	K/S	93	87	84	82	80	78	75										
CW024A 2.0090	R _{p1}	65	58	58														
	R _m	220	220	195	170	145												
	R _{p2/100000}																	
	R _{p2/1000000}																	
	K/S	57	57	50	43	36												
	K/S	67	63	56	49	41												
3.3535 EN-AW 5754	R _{p0.2}	80	70															
	R _{m1000000}	(80)	45															
2.4068 Nickel	R _{p0.2}	80	70		65		60		55		50		40					
	R _{p1}	105	95		90		85		80		75		65					
	R _m	340	290		275		260		240		210		150					
	R _{p1/100000}																	
	R _{p2/1000000}																	
3.7025 Titane	R _{p1}	200	180	150	110	90												
	R _{m10000}	220	160	150	130	110												
	R _{m1000000}	200	145	130	120	90												
Tantale	R _{p0.2}	140	100	90	80	70												
	R _m	225	200	185	175	160		150										
	A _{30[%]}	35																
	R _{p0.2}	200	160	150	140	130												
	A _{30[%]}	25																

() = valeurs pour 425 °C
 Contrainte admissible selon AD-W 6/2 für 10⁵ h
 Contrainte admissible selon AD-W 6/2 für 10⁶ h (F 20) (F 22)
 Contrainte admissible selon AD-W6/1
 fusion par bombardement d'électrons
 frittage sous vide

7.2 Tables des matériaux

Tables des matières

Désignation des matières selon les spécifications internationales

No. de matière selon DIN EN	États-Unis			JAPON		
	Norme	UNS Abréviation	Produit semi-fini / Application / Titre	Norme	Abréviation	Produit semi-fini / Application
1.0254	ASTM A 53-01	K02504 A 53	Tubes d'acier soudés et sans soudure oxydés noir et galvanisés	JIS G 3445 (1988)	STKM 12 A	Tubes
	ASTM A 106-99	K02501 A 106	Tubes sans soudure en acier non allié résistant à la chaleur	JIS G 3454 (1988)	STPG 370	Tubes résistants à la pression
				JIS G 3457 (1988)	STPY 400	Tubes soudés
1.0255	ASTM A 135-01	K03013 A 135	Tubes d'acier soudés résistants	JIS G 3455 (1988)	STS 370	Tubes particulièrement résistants à la pression
1.0038	ASTM A 500-01	K03000 A 500	Profilés soudés et sans soudure en acier non allié formé à froid			
1.0050				JIS G 3101 (1995)	SS 490	Aciers de construction normaux
1.0570	ASTM A 694-00	K03014 A 694	Pièces forgées en acier allié ou non, pour brides de tuyaux, profilés, raccords et autres pièces pour systèmes d'entraînement haute pression	JIS G 3106 (1999)	SM 490 A	Aciers pour constructions soudées
				JIS G 3106 (1999)	SM 520 B	
1.0345	ASTM A 414-01	K02201 A 414	Tôle en acier non allié pour appareils sous pression	JIS G 3115 (2000)	SPV 450	Tôles épaisses pour appareils sous pression
1.0425	ASTM A 414-01	K02505 A 414		JIS G 3118 (2000)	SGV 480	
1.0481	ASTM A 414-01	K02704 A 414		JIS G 3118 (2000)	SGV 410	
1.5415	ASTM A 204-99	K12320 A 204	Tôle en acier non allié au molybdène pour appareils sous pression	JIS G 3458 (1988)	STPA 12	Tubes
1.7335	ASTM A 387-99	K11789 A 387	Tôle en acier allié au Cr-Mo pour appareils sous pression	JIS G 3462 (1988)	STBA 22	Tubes de chaudière et d'échangeur thermique
1.7380	ASTM A 387-99	K21590 22 (22L)		JIS G 4109 (1987)	SCMV 4	Tôles épaisses pour appareils sous pression
1.0305	ASTM A 106-99	K02501 A 106	Tubes sans soudure en acier non allié résistant à la chaleur	JIS G 3461 (1988)	STB 340	Tubes de chaudière et d'échangeur thermique

7.2 Tables des matériaux

Tables des matières

Désignation des matières selon les spécifications internationales

No. de matière selon DIN EN	CORÉE			CHINE		
	Norme	Abréviation	Produit semi-fini / Application	Norme	Abréviation	Produit semi-fini / Application
1.0254	KS D 3583 (1992)	SPW 400	Tubes soudés en acier au carbone			
1.0255						
1.0038				GBT 700 (1988)	Q 235 B; U12355	(aciers de construction non alliés)
1.0050	KS D 3503 (1993)	SS 490	Aciers de construction normaux	GBT 700 (1988)	Q 275; U12752	
1.0570	KS D 3517 (1995)	STKM 16C	Tubes en acier non allié pour la construction mécanique en général	GBT 713 (1997)	16Mng; L20162	Tôles pour chaudières à vapeur
				GBT 8164 (1993)	16Mn; L20166	Feuillard pour tubes soudés
1.0345	KS D 3521 (1991)	SPPV 450	Tôles épaisses pour réservoirs sous pression pour températures de service moyennes			
1.0425	KS D 3521 (1991)	SPPV 315				
1.0481						
1.5415	KS D 3572 (1990)	STHA 12	Tubes pour chaudières et échangeurs thermiques	GB 5310 (1995)	15MoG; A65158	Tubes sans soudure pour réservoirs sous pression
1.7335	KS D 3572 (1990)	STHA 22		YBT 5132 (1993)	12CrMo; A30122	Tôles en acier de construction alliés
1.7380	KS D 3543 (1991)	SCMV 4	Acier Cr-Mo pour appareils sous pression	GB 5310 (1995)	12Cr2MoG; A30138	Tubes sans soudure pour réservoirs sous pression
1.0305						

7.2 Tables des matériaux

Tables des matières

Désignation des matières selon les spécifications internationales

No. de matière selon DIN EN	États-Unis			JAPON		
	Norme	UNS Abréviation (AISI)	Produit semi-fini / Application / Titre	Norme	Abréviation	Produit semi-fini / Application
1.0562	ASTM A 299-01	K02803 A 299	Tôle en acier C-Mn-Si pour réservoir sous pression	JIS G 3106 (1999)	SM 490 A;B;C; STK 490	Aciers pour constructions soudées
	ASTM A 714-99	K12609 A 714 (II)	Tubes soudés et sans soudure en acier ultra-résistant faiblement allié	JIS G 3444 (1994)		Tuyaux pour usage général
1.0565	ASTM A 633-01	K12037 A633(D)	Acier de construction normalisé faiblement allié ultra-résistant			
	ASTM A 724-99	K12037 A724(C)	Tôle en acier trempé non allié pour appareils sous pression soudés en construction multi-couches		SLA 365	
1.0566	ASTM A 573-00	K02701 A 573	Tôle en acier de construction non allié avec résistance à l'éirement améliorée	JIS G 3126 (2000)		Tôles fortes pour réservoirs de pression (basses températures)
1.1106	ASTM A 707-02	K12510 A 707 (L3)	Brides forgées an acier allié ou non pour applications basses températures	JIS G 3444 (1994)		Tuyaux pour usage général

7.2 Tables des matériaux

Tables des matières

Désignation des matières selon les spécifications internationales

No. de matière selon DIN EN	CORÉE			CHINE		
	Norme	Abréviation	Produit semi-fini/ Application	Norme	Abréviation	Produit semi-fini / Application
1.0562						
1.0565						
1.0566	KS D 3541 (1991)	SLA1 360	Tôles épaisses pour réservoirs sous pression (résistantes au froid)	GB T 714 (2000)	Q420q-D; L14204	Aciers pour la construction de ponts
1.1106				GB 6654 (1996)	16MnR; L20163	Tôles fortes pour réservoirs de pression

7.2 Tables des matériaux

Tables des matières

Désignation des matières selon les spécifications internationales

No. de matière selon DIN EN	États-Unis			JAPON		
	Norme	UNS Abréviation (AISI)	Produit semi-fini / Application / Titre	Norme	Abréviation	Type semi-fini / Application
1.4511				JIS G 4305 (1999)	SUS 430LX	Tôles laminées à froid, Tôles fortes et feuillards
1.4512	ASTM A 240-02	S40900; A 240 (409)	Tôle et feuillard en acier inoxydable Cr et Cr-Ni résistant à des températures élevées pour réservoirs sous pression			
1.4301	ASTM A 240-02	S30400; A 240 (304)		JIS G 4305 (1999)	SUS 304	Tôles laminées à froid, Tôles fortes et feuillards
1.4306	ASTM A 240-02	S30403; A 240 (304L)		JIS G 4305 (1999)	SUS 304L	
1.4541	ASTM A 240-02	S32100 A 240 (321)		JIS G 4305 (1999)	SUS 321	
1.4571	ASTM A 240-02	S31635 A240 (316Ti)		JIS G 4305 (1999)	SUS 316Ti	
1.4404	ASTM A 240-02	S31603 A240 (316L)		JIS G 4305 (1999)	SUS 316L	
1.4435	ASTM A 240-02	S31603 A240 (316L)		JIS G 4305 (1999)	SUS 316L	
1.4565	ASTM A 240-02	S34565 A240				
1.4539	ASTM A 240-02	N08904 A240 (904L)				
1.4529	ASTM B 625-99	N08925 B 625	Tôles et feuillards en alliages Ni-Fe-Cr-Mo-Cu à basse teneur en carbone			

7.2 Tables des matériaux

Tables des matières

Désignation des matières selon les spécifications internationales

No. de matière selon DIN EN	CORÉE			CHINE			
	Norme	Abréviation	Produit semi-fini / Application	Norme	Abréviation	Produit semi-fini / Application	
1.4511	KS D 3698 (1992)	STS 430LX	Tôles laminées à froid, Tôles épaisses et feuillards			Tôles laminées à froid, Tôles fortes et feuillards	
1.4512				GBT 4238 (1992)	0Cr11Ti; S11168	Tôles laminées à chaud en acier ferritique résistant à de très hautes températures	
1.4301	KS D 3698 (1992)	STS 304	Tôles laminées à froid, Tôles épaisses et feuillards	GBT 3280 (1992)	0Cr18Ni9; S30408	Tôles laminées à froid, Tôles fortes et feuillards ; austénitique	
1.4306	KS D 3698 (1992)	STS 304L		GBT 3280 (1992)	00Cr19Ni10; S30403		
1.4541	KS D 3698 (1992)	STS 321		GBT 3280 (1992)	0Cr18Ni10Ti; S32168		
1.4571	KS D 3698 (1992)	STS 316Ti		GBT 3280 (1992)	0Cr18Ni12Mo2Cu2 S31688		
1.4404	KS D 3698 (1992)	STS 316L		GBT 4239 (1991)	00Cr17Ni14Mo2; S31603		
1.4435	KS D 3698 (1992)	STS 316L		GBT 3280 (1992)	00Cr17Ni14Mo2; S31603		
1.4565							
1.4539							
1.4529	KS D 3698 (1992)	STS 317J5L	Tôles laminées à froid, Tôles épaisses et feuillards				

7.2 Tables des matériaux

Tables des matières

Désignation des matières selon les spécifications internationales

No. de matière selon DIN EN	États-Unis			JAPON		
	Norme	UNS Abréviation (AISI)	Produit semi-fini/ Application / Titre	Norme	Abréviation	Produit semi-fini/ Application
1.4948	ASTM A 240-02	S30409 A240 (304H)	Tôle et feuillard en acier inoxydable Cr et Cr-Ni résistant à des températures élevées pour réservoirs sous pression			
1.4919	ASTM A 240-02	S31609 A240 (316H)				
1.4958	ASTM A 240-02	N 08810 A 240				
1.4828	ASTM A 167-99	S30900 A 167 (309)	Tôle et feuillard en acier inoxydable Cr-Ni résistant à des températures élevées	JIS G 4312 (1991)	SUH 309	Tôles et tôles épaisses résistant à des températures élevées
1.4876	ASTM A 240-02	N 08800 A 240	Tôle et feuillard en acier inoxydable Cr et Cr-Ni résistant à des températures élevées pour réservoirs sous pression	JIS G 4902 (1991)	NCF 800	Alliages spéciaux pour les tôles
2.4858	ASTM B 424-98	N 08825 B 424	Tôles et feuillards en alliages Ni-Fe-Cr-Mo-Cu (UNS N08825 et N08221)	JIS G 4902 (1991)	NCF 825	
2.4816	ASTM B 168-98	N 06600 B 168	Tôles et feuillards en alliages Ni-Cr-Fe, et Ni-Cr-Co-Mo (UNS N06600 et N06690)			
2.4819	ASTM B 575-99	N 10276 B 575	Tôles et feuillards en alliages Ni-Mo-Cr faible teneur en carbone			
2.4856	ASTM B 443-99	N 06625 B 443	Tôles et feuillards en alliage Ni-Cr-Mo-Nb (UNS N06625)	JIS G 4902 (1991)	NCF 625	Alliages spéciaux pour les tôles
2.4610	ASTM B 575-99	N 06455 B 575	Tôles et feuillards en alliages Ni-Mo-Cr faible teneur en carbone			
2.4360	ASTM B 127-98	N 04400 B 127	Tôles et feuillards en alliages Ni-Cu (UNS N04400)			

7.2 Tables des matériaux

Tables des matières

Désignation des matières selon les spécifications internationale

No. de matière selon DIN EN	CORÉE			CHINE		
	Norme	Abréviation	Produit semi-fini / Application	Norme	Abréviation	Produit semi-fini / Application
1.4948						
1.4919						
1.4958						
1.4828	KS D 3732 (1993)	STR 309	Tôles et tôles épaisses résistant à des températures élevées	GBT 1221 (1992)	1Cr20Ni14Si2; S38210	Aciers austénitiques résistant à des températures élevées
1.4876	KS D 3532 (1992)	NCF 800	Alliages spéciaux pour les tôles et les tôles épaisses	GBT 15007 (1994)	NS 111 ; H01110	Alliages résistant à la corrosion
2.4858	KS D 3532 (1992)	NCF 825		GBT 15007 (1994)	NS 142 ; H01420	
2.4816				GBT 15007 (1994)	NS 312 ; H03120	
2.4819				GBT 15007 (1994)	NS 333 ; H03330	
2.4856	KS D 3532 (1992)	NCF 625	Alliages spéciaux pour les tôles et les tôles épaisses	GBT 15007 (1994)	NS 336 H03360	
2.4610				GBT 15007 (1994)	NS 335 ; H03350	
2.4360						

7.3 Classes de pression nominale pour fonte malléable

En fonction du débit des fluides et de la température de service, les raccords filetés en fonte malléable peuvent être employés jusqu'aux pressions de service indiquées dans le tableau suivant.

Température de service admissible pour le débit des fluides					
DN	d	Eau et gaz	Gaz et vapeurs	Gaz et vapeurs	Huiles
	Pouce	≤ 120 °C	≤ 150 °C	≤ 150 °C	≤ 200 °C
Raccords filetés à joint plat					
6-50	¼ - 2	65 bar	50 bar	40 bar	35 bar
Raccords filetés à joint coniques					
6-32	¼ - 1 ¼	65 bar	50 bar	40 bar	35 bar
40	1 ½	65 bar	50 bar	40 bar	30 bar
50	2	55 bar	40 bar	32 bar	24 bar

Il est important de prendre soin à l'étanchéification. Les joints utilisés doivent être adaptés aux conditions d'utilisation. Seul du matériel homologué peut être utilisé pour l'étanchéification de raccords filetés dans les installations d'eau potable et de gaz.

Utiliser uniquement des filets de raccord de qualité irréprochable en cas d'exigences de service élevées.

7.4 Résistance à la corrosion

Notions fondamentales

On considère qu'un élément métallique flexible est apte au transport de fluides critiques dès lors qu'une résistance suffisante est garantie tout au long de sa durée de vie quel que soit le fluide auquel il est confronté.

La flexibilité des éléments ondulés tels que soufflets ou tuyaux flexibles implique que leur épaisseur de paroi soit nettement inférieure à celle des autres parties du système dans lequel ils sont installés.

L'augmentation de l'épaisseur de paroi n'étant pas possible, le choix d'un matériau approprié suffisamment résistant s'avère donc absolument indispensable pour éviter les dommages dus à la corrosion sur les éléments flexibles.

Il convient donc de considérer attentivement tous les types de corrosion et plus particulièrement la corrosion par piqûres, intercrystalline, cavernueuse et fissurante sous tension (cf. types de corrosion).

En conséquence, le matériau choisi pour l'élément flexible, ou au moins pour la surface de l'élément flexible en contact avec le fluide corrosif, sera dans bien des cas plus résistant à la corrosion que les pièces du système avec lesquelles il est intégré (cf. tables de résistance).

Types de corrosion

La norme DIN EN ISO 8044 définit la corrosion comme " une interaction physico-chimique entre un métal et son environnement entraînant des modifications dans les propriétés du métal et souvent une dégradation fonctionnelle du métal lui-même, de son environnement ou du système technique dont il fait partie. Cette interaction est généralement de nature électrochimique ".

Différents types de corrosion peuvent apparaître, selon le matériau et les conditions environnantes. Nous décrivons ci-après brièvement les types de corrosion les plus importants pour ce qui est des métaux ferreux et non ferreux.

Corrosion uniforme

Corrosion généralisée progressant approximativement à la même vitesse sur l'ensemble de la surface. La perte de poids est généralement exprimée en g/m^2h ou par diminution d'épaisseur de la paroi en mm/an .

La formation de rouille commune sur l'acier non allié appartient à ce type de corrosion et est généralement provoquée par oxydation en présence d'eau. Pour ce qui est des aciers inoxydables, la corrosion uniforme n'est possible que dans des conditions particulièrement défavorables ; elle peut être provoquée par des fluides tels qu'acides, bases ou solutions salines.

Corrosion par piqûres

Dans certaines conditions, une attaque localisée peut survenir, appelée corrosion par piqûres du fait de son aspect. L'attaque s'opère sous l'effet d'ions de chlore, de brome ou d'iode, en particulier lorsqu'ils se présentent en solution aqueuse. Ce type de corrosion, se manifestant sous la forme d'une attaque sélective, n'est pas calculable, contrairement à la corrosion de surface. De ce fait, elle ne peut être maîtrisée que par un choix judicieux du matériau.

La résistance à la corrosion par piqûres des aciers inoxydables augmente avec la teneur en molybdène de la composition chimique du matériau. Une formule appelée PREN ($PREN = Cr \% + 3.3 \cdot Mo \% + 30 N \%$) permet d'évaluer approximativement la résistance des matériaux à la corrosion par piqûres ; plus le PREN est élevé, meilleure est la résistance.

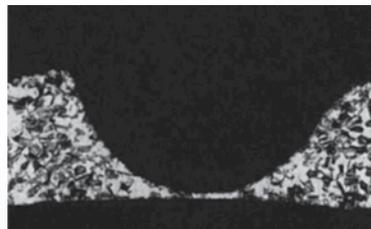


Fig. 7.1 Corrosion par piqûres sur feuillard laminé à froid en acier austénitique. Vue en coupe agrandie 50 fois

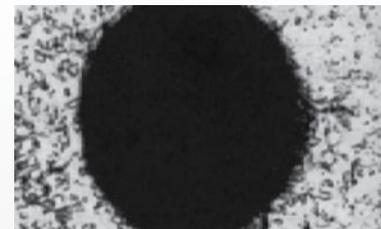


Fig. 7.2 agrandie
Vue en coupe (agrandie 50 fois).

Corrosion inter cristalline

La corrosion inter cristalline est une corrosion localisée et sélective, qui attaque de préférence les limites de grains. La ségrégation dans la structure du matériau sont à l'origine de cette forme de corrosion et conduisent à une réduction de la résistance à la corrosion dans les zones voisines des grains. Sur les aciers inoxydables, ce type de corrosion peut aller jusqu'à la dissolution de la composition granulométrique (désintégration des grains).

7.4 Résistance à la corrosion

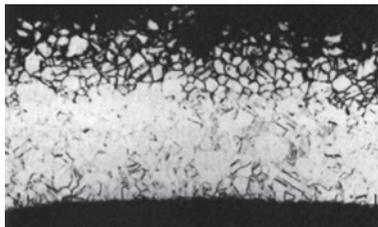


Fig. 7.3 Corrosion intergranulaire (désintégration des grains) sur matériau 1.4828. Vue en coupe (agrandie 100 fois).

Pour les aciers CrNi, ces ségrégations dépendent des facteurs température et temps, sachant que la zone de température critique se situe entre 550 et 650 °C et que la durée d'amorçage du processus de précipitation varie d'une sorte d'acier à l'autre. Ces données sont à prendre en considération lorsqu'il s'agit par exemple de souder des pièces à paroi épaisse à des températures élevées. Ces modifications de structures dues aux précipitations peuvent être éliminées par un recuit de mise en solution (1000-1050 °C). Afin d'éviter ce type de corrosion, on emploie des aciers inoxydables à teneur faible en carbone ($\leq 0.03\% \text{ C}$) ou stabilisés au titane ou au niobium. Pour nos produits en acier inoxydable, nous utilisons des matériaux stabilisés (par ex. 1.4541, 1.4571) ou à faible teneur en carbone (par ex. 1.4404, 1.4306). La sensibilité des matériaux à la corrosion intergranulaire peut être mise en évidence par un test normalisé (essai Monypenny-Strauss selon DIN EN ISO 3651-2). Pour satisfaire à nos conditions de commande et de réception, nos fournisseurs doivent fournir la preuve de la résistance à la CI de leurs matériaux en conformité avec la norme ci-dessus mentionnée.

Corrosion par fissuration de contraintes

On observe plus particulièrement ce type de corrosion sur les matériaux austénitiques soumis à des contraintes internes ou externes et exposés à un fluide corrosif. Parmi les Fluidex corrosifs, il convient de citer surtout les solutions chlorées et alcalines. Le mode de propagation des fissures peut être transgranulaire ou intergranulaire. Tandis que la forme de propagation transgranulaire se manifeste seulement au-dessus de 50 °C (de préférence en solutions chlorées), on observe la forme intergranulaire sur les matériaux austénitiques en solutions neutres chlorées à température ambiante.

7.4 Résistance à la corrosion

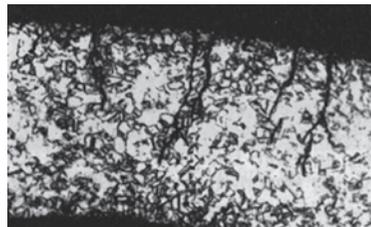


Fig. 7.4 Corrosion par fissuration de contrainte transgranulaire sur feuillard laminé à froid en acier austénitique. Vue en coupe (agrandie 50 fois).

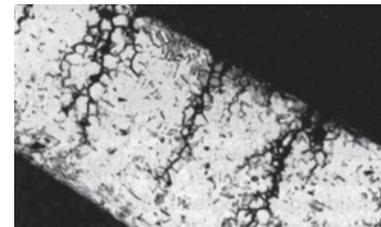


Fig. 7.5 Corrosion par fissuration de contrainte intergranulaire sur feuillard laminé à froid en acier austénitique. Vue en coupe (agrandie 50 fois).

Dans le cas de températures supérieures à 100 °C, même des concentrations très faibles en chlorures ou acides suffisent à engendrer une corrosion fissurante de contraintes, uniquement transgranulaire dans le cas d'acides. Le processus de corrosion fissurante sous contrainte se déroule de manière identique pour les métaux non ferreux et les matériaux austénitiques. Des dommages dus à la corrosion intergranulaire peuvent se produire sur le nickel et les alliages nickel en solutions alcalines à haute concentration au-dessus de 400 °C ou dans la vapeur d'eau contenant de l'hydrogène sulfuré au-dessus de 250 °C. Des informations exhaustives et détaillées sur les conditions de service et un soin rigoureux apporté au choix du matériau sont les conditions nécessaires à la prévention de tels dommages.

Corrosion en interstices

Les constructions et applications présentant des fentes ou favorisant les dépôts doivent être évitées car elles constituent un risque de corrosion et plus particulièrement un risque de corrosion en interstices.



Fig. 7.6 Corrosion par interstices sur feuillard laminé à froid en acier austénitique. Vue en coupe (agrandie 50 fois).

7.4 Résistance à la corrosion

La résistance des aciers fortement alliés et des alliages à base de nickel à ce type de corrosion s'améliore en fonction de l'augmentation de la teneur en molybdène de ces matériaux ; comme dans le cas de la corrosion par piqûres, la formule PREN peut également servir de critère d'évaluation de la résistance à la corrosion en interstices (cf. corrosion par piqûres).

Dézingage

Le dézingage est une forme de corrosion qui se manifeste essentiellement sur les alliages cuivre-zinc à plus de 20 % de zinc. Lors du processus de corrosion, le cuivre se sépare du laiton en masse le plus souvent spongieuse. Le zinc reste sous forme de solution ou se dépose sous forme de sels basiques sur le foyer de corrosion. Le dézingage peut se propager en surface ou être limitée localement et progresser en profondeur.

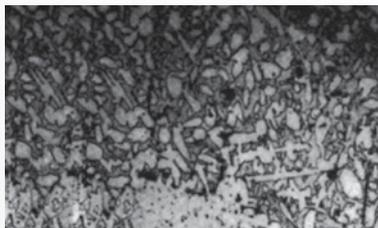


Fig. 7.7 Dézingage d'un alliage cuivre-zinc (CuZn37). Vue en coupe (agrandie 100 fois).

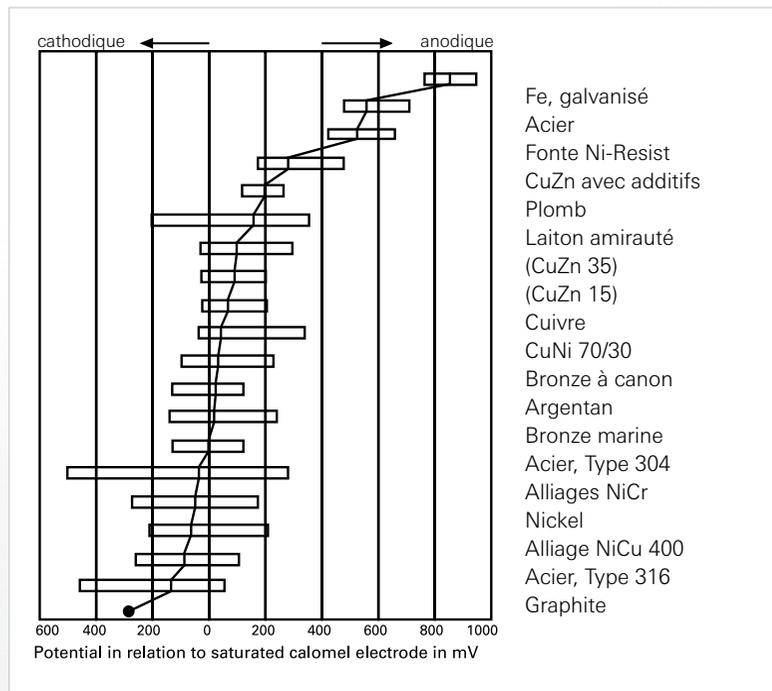
Des couches épaisses de produits corrosifs, des dépôts de calcaire dans l'eau ou tout autre dépôt de corps étrangers à la surface du métal peuvent être à l'origine de ce type de corrosion. Une eau à température élevée à forte teneur en chlorure et vitesse d'écoulement faible favorise également la manifestation du processus de dézingage.

Corrosion de contact

On appelle corrosion de contact le type de corrosion pouvant survenir lors de la combinaison de matériaux différents. Pour l'évaluation du risque de corrosion de contact on utilise dans la pratique des tables appelées " séries de tensions galvaniques " en eau de mer par ex. Dans cette représentation graphique, les métaux proches sont compatibles ; si l'écart est important, le métal anodique va provoquer une corrosion plus forte.

7.4 Résistance à la corrosion

Il faut également tenir compte des aciers pouvant se présenter aussi bien à l'état actif qu'à l'état passif. L'activation d'un acier CrNi peut par ex. être causée par une détérioration mécanique de la surface, des dépôts (diffusion plus difficile de l'oxygène) ou des produits corrosifs sur la surface du matériau. Il s'ensuit une différence de potentiel entre la surface métallique active et passive et un enlèvement de matière (corrosion) en présence d'un électrolyte.



Série de tensions galvaniques

Source : tables des matériaux DECHEMA.

7.4 Résistance à la corrosion

Tableaux de résistance

Les tableaux suivants donnent un aperçu de la résistance des matériaux métalliques les plus couramment utilisés pour nos produits en fonction de différents Fluidex.

Ils ont été établis sur la base de sources faisant autorité en la matière et correspondant à l'état actuel de la technique ; elle n'a pas la prétention d'être exhaustive. Les données doivent être interprétées comme des recommandations pour lesquelles aucune garantie ne peut être assumée.

Son objectif est avant tout de donner à l'utilisateur des indications sur la compatibilité des différents matériaux avec le type d'application désirée. Les incertitudes concernant la composition exacte du Fluide, les conditions d'exploitation et l'ensemble des critères de service doivent absolument être prises en considération.

7.4 Résistance à la corrosion

Sigles employés dans les tableaux

Évaluation	Comportement à la corrosion	Adéquation
0	résistant	adéquat
1	Corrosion érosive avec perte d'épaisseur allant jusqu'à 1mm/an	Approprié sous réserves
L	Risque de corrosion par perforation	
S	Risque de corrosion fissurante sous contrainte	
2	très peu résistant, corrosion-érosion avec perte d'épaisseur supérieure à 1 mm allant jusqu'à 10mm/an	non recommandé
3	instable (types de corrosion divers)	non approprié

Signification des abréviations

fe : à l'état humide
hg : saturé à chaud (au point d'ébullition)
kg : saturé à froid (à température ambiante)
Schm : fusion
SP : point d'ébullition
STP : point de condensation acide
tr : à l'état sec
wl : solution aqueuse

7.4 Résistance à la corrosion

Tableaux de résistance

Fluide		Matériaux																	
Désignation Formule chimique	Concentration %	Température C	Aciers alliés et non alliés			Alliages à base de nickel				Alliages à base de cuivre			Métaux purs						
			Ferritique	Austénitique	+ Mo	Incoloy 825	Inconel 600	Inconel 625	Hastalloy-C	Monel	Cunifer 30	Tombac	Bronze	Cuivre	Nickel	Titane	Tantale	Aluminium	Argent
Acétanilide = Antifébrine		<114	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Acétate amylique CH ₃ -COOC ₅ H ₁₁	tous	20				1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
Acétate d'aluminium (CH ₃ -COO) ₂ Al(OH)	wl wl	3 hg	3	0	0	0				0			0	0	0	1			
Acétate d'ammonium CH ₃ -COONH ₄		1	0	0	0										0	0			
Acétate de butyle CH ₃ COOC ₄ H ₉		20	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	
Acétate de cuivre (CH ₃ -COO) ₂	wl wl	20 SP	3	0	0	0	0	1	0	0	1	3	3	3	1	0	0	3	1
Acétate de plomb (CH ₃ -COO) ₂ Pb	Schm		3	0	0	0				0	0	3	3				3		
Acétate de potassium CH ₃ -COOK	Schm	100	292	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0				
Acétate de sodium CH ₃ -COONa	wl wl	10 hg	25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Acétate méthylique CH ₃ COOCH ₃	wl wl	60 SP	20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Acétone CH ₃ COCH ₃		100	SP	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Acétylène H-C ≡ C-H	tr tr	20 200	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	3	3	3	0	0	0	3
Acide acétique CH ₃ -COOH		5	20	3	0	0	0	0	1	0	0	1			0	3	0	0	0
		5	SP	3	3	0	0	0	1	0	0	1			0	3	1	0	0
		50	20	3	3	0	0	0	1	0	0	1			0	3	1	0	0
		50	SP	3	3	3	0	0	1	0	0	1			3	3	0	0	3
		80	20	3	3	L	L	0	1	0	0	1			3	0	0	0	0
		96	20	3	3	3	L	0	1	0	0	1			3	0	0	0	0
		98	SP	3	3	3	3	0	1	0	0	1			0	0	0	0	0

7.4 Résistance à la corrosion

Tableaux de résistance

Fluide		Matériaux																	
Désignation Formule chimique	Concentration %	Température C	Aciers alliés et non alliés			Alliages à base de nickel				Alliages à base de cuivre			Métaux purs						
			Ferritique	Austénitique	+ Mo	Incoloy 825	Inconel 600	Inconel 625	Hastalloy-C	Monel	Cunifer 30	Tombac	Bronze	Cuivre	Nickel	Titane	Tantale	Aluminium	Argent
Acide acétique glacial CH ₃ CO ₂ H																			
v. Acide acétique																			
Acide adipique HOOC(CH ₂) ₄ COOH	tous	200	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Acide arsénieux H ₃ AsO ₄	wl wl	20 90	3	0	0	0				3									3
Acide benzoïque C ₆ H ₅ COOH	wl wl	tous SP	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0
Acide borique H ₃ BO ₃	wl wl wl	50 150 70	100 3	0 1	0 1	0 0	0 1	0 0	1 0	0 1	0 0	1 0	1 1	0 1	1 1	1 1	1 0	0 0	1 1
Acide bromhydrique HBr		20	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
Acide butyrique CH ₃ -CH ₂ -CH ₂ -COOH	wl wl	kg SP	20	3	0	0	0	1	3	0	0	1	3	0	0	1			3
Acide carbonique CO ₂																			
v. Dioxyde de carbone																			
Acide chloracétique CH ₂ -Cl-COOH	wl	tous	20	3	3	3	L	3		1	1	3	3		3	3	3	3	3
Acide chlorhydrique HCl	tr tr tr	80 100 250 500	0	3	3	3	3	0	0	0	0	0	0	0	0	3	3	3	3
Acide chlorhydrique HCL		0,2 0,5 0,5	20	3	3	L	L												
		1	20	3	3	3	L	3	3	0	1	3	3	3	3	3	3	3	3
		2	65	3	3	3	3												
		5	20	3	3	3	3	3	3	3	0	1	3		1	3	3	3	3
		15	20	3	3	3	3	3	3	3	0	3	3		3	3	3	3	0
		32	20	3	3	3	3	3	3	3	0	3	3		3	3	3	3	1
		32	SP	3	3	3	3												
Acide chlorique HClO ₃	wl	20	3	3	3	3	0											0	3

7.4 Résistance à la corrosion

Tableaux de résistance

Fluide		Matériaux																
Désignation Formule chimique	Concentration %	Température C	Aciers alliés et non alliés			Alliages à base de nickel					Alliages à base de cuivre			Métaux purs				
			Ferritique	Austénitique	+ Mo	Incoloy 825	Inconel 600	Inconel 625	Hastalloy-C	Monel	Cunifer 30	Tombac	Bronze	Cuivre	Nickel	Titane	Tantale	Aluminium
Acide chlorosulfonique H ₂ SO ₂ Cl	100	tr	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
		fe	20	3	3	3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	3
Acide chromique Cr ₂ O ₃ (H ₂ CrO ₄)	wl	5	20	3	3	0	0	1	3	0	0	3	3	3	3	3	3	0
	wl	5	90	3	3	3	3				1	3	3	3	3	3	0	0
	wl	10	20	3	0	0	0	1	3		0	3	3	3	3	3	0	0
	wl	10	65	3	3	3	3				0	3	3	3	3	3	0	0
	wl	10	SP	3	3	3	3	1	3		0	3	3	3	3	3	0	0
	wl	50	SP	3	3	3	3	3	3		3	3	3	3	3	3	0	0
	wl	60	20	3	3	3	3	1	3		3	3	3	3	3	3	0	0
Acide citrique CH ₂ COOH(COOH) COOH CH ₂ COOH	wl	tous	SP	3	3	3	0		0	0								
	wl																	
Acide cyanhydrique v. Hydrogène																		
Acide de plomb Pb(N ₃) ₂	<20	<30					0	0	0		1							
Acide fluorhydrique HF	10	20	3	3	3	3	1	1	0	0	1		3	3	1	3	3	3
	80	20	1				1	1	1	1	1		1	1	3	3	3	3
	80	SP									1	1			3	3	3	3
	90	30					1	1		0				1	3	3	3	3
Acide formique HCOOH	10	20	3	3	1	0	0	1	0	0	1		0	0	1	0	0	1
	10	SP	3	3	3	1	0	1	0	0	1		0		3	0	3	3
	80	SP	3	3	3	3	0	1	0	0	3		0	0	1	3	3	3
	85	65	3	3	3	3	0	1	0	0	2		0	1	3		3	3
Acide gallique C ₆ H ₂ (OH) ₃ COOH	wl	1	20	1	0	0	0				0						0	
	100	20	3	0	0	0											0	
	100	SP	3	0	0	0	3										0	
Acide glucolique CH ₂ OH-COOH		20	3	1	1	1					0				0		1	
		SP	3	3	3	3					0				0		1	
Acide gluconique CH ₂ OH(CHOH) ₄ -COOH	100	20	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Acide glutanique HOOC-CH ₂ -CH ₂ -CHNH ₂ -COOH		20	1	L	L	0	0	1	0	0	1			1				
		80	3	L	L	0	1		1									
Acide hypochloreux HOCl		20	3	3	3	3								0			3	

7.4 Résistance à la corrosion

Tableaux de résistance

Fluide		Matériaux																	
Désignation Formule chimique	Concentration %	Température C	Aciers alliés et non alliés			Alliages à base de nickel					Alliages à base de cuivre			Métaux purs					
			Ferritique	Austénitique	+ Mo	Incoloy 825	Inconel 600	Inconel 625	Hastalloy-C	Monel	Cunifer 30	Tombac	Bronze	Cuivre	Nickel	Titane	Tantale	Aluminium	Argent
Acide lactique C ₃ H ₆ O ₃	wl	1	20	3	3	0	0				0	0	0	0	0	0	3	1	0
	tous	20	3	3	1	0	0				0	0	0	0	0	0	0	0	0
	wl	10	SP	3	3	3	3	0	3		0	3		0	3	1		1	3
Acide maléique HOOC-HC=CH-COOH	wl	5	20	3	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0			1
	wl	50	100	3	0	0	0	0	1		0	1		0	1				0
	wl	tous	SP	3	3	3	1				0	0	0	0	0	0	0	0	0
Acide malique	wl	20	3	3	0	0	0	1	0	0	1	3		3	3	0	0	0	
	wl	50	100	3	3	0	0	0	1	0	0	1	3	3	3	3	0	0	
Acide malonique CH ₂ (COOH) ₂		20			1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1			1	1
		50					1	1	1	1	1	1	1	1	1			1	1
		100					3	3	3	3	3	3	3	3	3			3	3
Acide monochlore acétique v. Acide acétique																			
Acide naphthaline-sulfonique C ₁₀ H ₇ SO ₃ H	100	20	0		0	0					0								
	100	SP	3	3	3						0								
Acide naphthéique	100	20	L	L	L	0	0	0			0							1	0
Acide nitreux HNO ₂																			
Equivalent acide nitrique																			
Acide nitrique HNO ₃	1	20	3	0	0	0					0	0	1	3	3	3	0	0	0
	1	SP	3	0	0	0					1	3					3	0	0
	5	20	3	0	0	0	0	3			0	3	3				3	0	0
	5	SP	3	1	0	0					1							0	0
	10	SP	3	1	0	0					1	3					3	0	0
	15	SP	3	1	0	0					3							0	0
	25	SP	3	3	0	0					3						1	0	
	50	SP	3	3	3	1	0	3			3	3	3			3	3	1	0
	65	20	3	0	0	0					0	0						0	0
	65	SP	3	3	3	3	0	3			0	3	3	3			3	3	0
	99	SP	3	3	3	3	0	3			3	3	3			3	3	0	3
20	290	3	3	3	3					3							3	0	
40	200	3	3	3	3					3							3	0	
Acide nitrobenzoïque C ₆ H ₄ (NO ₂)COOH	wl	20	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Acide oléique																			

7.4 Résistance à la corrosion

Tableaux de résistance

Fluide			Matériaux																							
Désignation Formule chimique	Concentration %	Température C	Aciers alliés et non alliés			Aciers résistants à la corrosion				Alliages à base de nickel				Alliages à base de cuivre		Métaux purs										
			Ferritique	Austénitique	+ Mo	Incoloy 825	2.4858	Inconel 600	2.4816	Inconel 625	2.4856	Hastelloy-C	2.4610	2.4819	Monel	2.4360	Cunifer 30	2.0882	Tombac	Bronze	Cuivre	Nickel	Titane	Tantale	Aluminium	Argent
Beurre		20	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3					0	
Bicarbonate de sodium NaHCO ₃	wl	100	20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	1	1	0	0	0	0
	wl	10	20	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	3	1	0	0	0	0	0
	wl			0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
	wl			0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Bicarbonate d'ammonium (NH ₄)HCO ₃	wl			0	0	0	0	1	3					3	3					3				0	0	
Bichromate de potassium K ₂ Cr ₂ O ₇	wl	10	40	3	0	0	0	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	3	1	0	0	0	0	0
	wl	25	40	3	3	0	0	1	1	1	1	1	1	3	3	3	3	3	3	3	1	0	0	0	0	0
	wl	25	SP	3	3	0	0					1		3	3	3	3	3	3	3	0	0	0	0	0	0
Bière		100	20	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0
		100	SP	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0
Bifluorure d'ammonium NH ₄ HF ₂	wl	10	25	3	3	3	3							0									3	0		
	wl	100	20	3	3	0	0							0									3	0		
Bisulfate de potassium KHSO ₄	wl	5	20	3	3	2	0							0									0	0		
	wl	5	90	3	3	3	3							0									3	0		
Bisulfate de quinine	tr	20	3	3	3	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Bisulfate de sodium v. Bisulfite de sodium	wl	tous	20	3	3	3	0	0	1	1	1	1	1	3	3	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0
	wl	tous	SP	3	3	3	1	0	1	1	1	1	1	3	3	1	3	1	3	1	0	0	0	0	1	0
Bisulfite de calcium CaSO ₃	kg	20	3	3	0	0								1	3	1	0					0				
	kg	SP	3	3	0	0								0	0	0	0					0				
Bisulfite de sodium NaHSO ₃	wl	10	20	3	3	0	0				1			1	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	wl	50	20	3	0	0	0				1	0		1	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	wl	50	SP	3	3	0	0				0			0		0						0				
Bisulfate de sodium v. Bisulfite de sodium																										
Borate de sodium Na ₂ B ₄ O ₇ 10 H ₂ O (Borax) Schm	wl	kg		0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
	kg			3	3	3	3				3			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Borax Na ₂ B ₄ O ₇	wl	kg		1	0	0	0							0	0	0	0					0	0	0	0	0
	wl	kg		3	0	0	0							0	0	0	0					0	0	1	0	0
Bore B		20	0	0	0	0																				
		900	0																							

7.4 Résistance à la corrosion

Tableaux de résistance

Fluide			Matériaux																							
Désignation Formule chimique	Concentration %	Température C	Aciers alliés et non alliés			Aciers résistants à la corrosion				Alliages à base de nickel				Alliages à base de cuivre		Métaux purs										
			Ferritique	Austénitique	+ Mo	Incoloy 825	2.4858	Inconel 600	2.4816	Inconel 625	2.4856	Hastelloy-C	2.4610	2.4819	Monel	2.4360	Cunifer 30	2.0882	Tombac	Bronze	Cuivre	Nickel	Titane	Tantale	Aluminium	Argent
Brome Br	tr	100	20	L	L	L	L	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0
	tr	100	20	L	L	L	L	3	3	3	3	3	3	0	1	3	1	3	1	3	0	0	0	0	3	0
Bromoforme CHBr ₃	tr	20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0
	fe	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0
Bromure d'ammonium NH ₄ Br	wl	10	25	3	L	L	L	0	0	1														0	1	
Bromure d'ammonium NH ₄ Br v. Bromide d'ammonium																										
Bromure d'éthylène CH ₂ Br-CH ₂ Br				1	0	0																0			3	
Bromure d'hydrogène HBr	tr	100	20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	fe	30	20	3	3	3	3																0			
Bromure de potassium KBr	wl	5	30	3	L	L	L	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
Bromure de potassium KBr v. Bromide de potassium																										
Bromure de sodium NaBr	wl	tous	20	3	3	3	L						1										0	3		
	wl	tous	SP	3	3	3	L						1										0	3		
Butadiène 1.3 CH ₂ =CHCH=CH ₂								0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Butane C ₄ H ₁₀		100	20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0		1	
		100	120	1	0	0							1													
Cadmium Cd	Schm					3	3																			
Calcium Ca		850	3		3	3																				
Carbonate d'ammonium (NH ₄) ₂ CO ₃	wl	1	20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1							1	1	0	0	0
	SP	50	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1								1	1	0	0	0
Carbonate de baryum BaCO ₃		20	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Carbonate de calcium CaCO ₃		20	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Carbonate de magnésium MgCO ₃	wl		20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
	wl		SP	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Carbonate de potassium K ₂ CO ₃	wl	50	20	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	3	1	1	1	0	0	0	0	3	0	
	wl	50	SP	3	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	3	1	3	3	0	0	0	0	3	0	

7.4 Résistance à la corrosion

Tableaux de résistance

Fluide			Matériaux														
Désignation Formule chimique	Concentration %	Température C	Aciers résistants à la corrosion			Alliages à base de nickel				Alliages à base de cuivre		Métaux purs					
			Ferritique	Austénitique + Mo	Incoloy 825 2.4858	Inconel 600 2.4816	Inconel 625 2.4856	Hastelloy-C 2.4610 2.4819	Monel 2.4360	Cunifer 30 2.0882	Tombac	Bronze	Cuivre	Nickel	Titane	Tantale	Aluminium
Carbonate de sodium Na ₂ CO ₃	wl wl wl Schm	1 tous 400 900	3 0 3 3	0 0 3 3	0 0 3 3	0 0 3 3	0 0 3 3	1 0 0 0	0 0 0 0	0 0 0 0	0 0 0 0	0 0 0 0	0 0 0 0	0 0 0 0	0 0 0 0	2 0 0 0	
Carburants Essence		20 SP	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	
Benzène		20 SP	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	
Mélange alcool-essence Diesel		20 20	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	
Cétène (C _n H _{2n+1}) ₂ C=C=O		20 SP	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	
Chaux CaO v. Oxyde de calcium																	
Chloral CCl ₃ -CHO		20					0								0	3	
Chloramine			3	3	1	0	0	0	0	0	0						
Chlorate de calcium Ca(ClO ₃) ₂	wl wl	10 100	L 3	L 3	L L	L L	1 1	1 1	1 1	1 1	3 3			1 1	1 1	0 0	
Chlorate de potassium KClO ₃	wl wl	5 hg	3 0	0 0	0 0	0 3	0 0	1 3	0 3	1 3	1 3	1 1	1 3	0 0	1 0	0 1	
Chlore Cl ₂	tr tr tr fe fe	100 100 100 200 400 20 150	0 3 3 3 3	0 3 3 3 3	0 0 0 0 0	0 0 0 0 0	0 0 0 0 0	0 0 0 0 0	0 0 0 0 0	0 0 0 0 0	0 0 0 0 0	0 0 0 0 0	0 0 0 0 0	1 1 1 0 0	0 0 0 0 0	0 0 0 0 0	0 0 0 0 0
Chlorite de sodium NaClO ₂	tr wl wl wl	100 5 5 10	3 0 0 3	L L SP 3	L L 3 L	L L 3 L	0 0 0 0	0 0 0 0	0 0 0 0	0 0 0 0	0 0 0 0	0 0 0 0	0 0 0 0	0 0 0 0	0 0 0 0	0 0 0 0	
Chlorobenzole C ₆ H ₅ Cl	tr fe	100	0 0	0 L	0 L	0 L	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 1	
Chloroforme CHCl ₃	tr fe		1 3	1 L	1 L	1 L	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 3	
Chlorophéhol C ₆ H ₄ (OH)Cl			1	0	0	0											

7.4 Résistance à la corrosion

Tableaux de résistance

Fluide			Matériaux																	
Désignation Formule chimique	Concentration %	Température C	Aciers résistants à la corrosion			Alliages à base de nickel				Alliages à base de cuivre		Métaux purs								
			Ferritique	Austénitique + Mo	Austénitique + Mo	Incoloy 825 2.4858	Inconel 600 2.4816	Inconel 625 2.4856	Hastelloy-C 2.4610 2.4819	Monel 2.4360	Cunifer 30 2.0882	Tombac	Bronze	Cuivre	Nickel	Titane	Tantale	Aluminium	Argent	
Chlorure allylique CH ₂ =CHCH ₂ Cl		100 25			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0				
Chlorure amylique CH ₃ (CH ₂) ₃ CH ₂ Cl		100 SP	1	L	L	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	3			
Chlorure d'aluminium AlCl ₃	wl	5 20	3	3	3	L	1	1	0	0	1	3	3	1	3	1	0	0	3	1
Chlorure d'ammonium NH ₄ Cl	wl wl wl	1 20 10 100 50 SP	1 1 1	L L L	L L L	0 0 0	0 0 0	0 0 0	0 0 0	1 1 1	S S S	S S S	1 1 1	1 1 1	0 0 0	1 1 1	1 1 1			
Chlorure d'aniline v. hydrochlorure d'aniline																				
Chlorure d'antimoine SbCl ₃	tr wl	20 100	0 1	3 3	3 3	3 3										0 0	3 3			
Chlorure d'étain SnCl ₂ ; SnCl ₄	hg tous	<80	3 3	3 3	3 0	3 0		0	0											
Chlorure d'acétylène CH ₃ COCl		20	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	0	1	0			
Chlorure d'éthyle C ₂ H ₅ Cl v. Ethyle chlorhydrique																				
Chlorure d'éthyle C ₂ H ₅ Cl		0	S	S	S	S	0	0	0	1	0	0	1	1	1	0	0	1	0	
Chlorure de baryum BaCl ₂	wl wl	5 20 25 SP	L L	L L	L L	L L	1 1	1 1	0 0	0 0	1 0	3 1		3 1	1 0	0 0	3 L			
Chlorure de calcium CaCl ₂	wl wl kg	5 100 10 20 hg	3 3 3	L L L	L L L	L L L	0 0 0	0 0 0	0 0 0	0 0 0	0 0 0	0 0 3	1 0 3	0 0 0	3 0 3	0 0 0	3 3 3			
Chlorure de chaux v. Hypochlorite de calcium																				
Chlorure de cuivre (II) CuCl ₂	wl kg	1 20	3 3	3 3	L 3	L 3	0 3	3 3	0 0	1 0	3 3	3 3		3 3	3 0	0 0	3 3			
Chlorure de lithium LiCl	wl	kg	3	3	3	L	0	0	0	0	1				0	0				
Chlorure de magnésium MgCl ₂	wl wl	5 20 5 SP 50 SP	3 3 3	3 3 3	L L 3	L L 3	0 0 0	0 0 0	0 0 0	0 0 0	0 0 0	3 3 3		3 3 3	0 0 0	0 0 0	3 3 3			

7.4 Résistance à la corrosion

Tableaux de résistance

Fluide			Matériaux															
Désignation Formule chimique	Concentration %	Température C	Aciers alliés et non alliés			Alliages à base de nickel				Alliages à base de cuivre			Métaux purs					
			Ferritique	Austénitique	+ Mo	Incoloy 825	Inconel 600	Inconel 625	Hastelloy-C	Monel	Cunifer 30	Tombac	Bronze	Cuivre	Nickel	Titane	Tantale	Aluminium
Chlorure de manganèse (II) MnCl ₂	5 100	100 20	3 1	L 3	L L	L L	1 1	1 1	1 1	1 1	1 3	3 3						
Chlorure de méthyle CH ₃ Cl	tr fe fe	100 20 100	0 3	0 L	0 L	0 L	0 L	0 L	0 L	0 L	0 L	0 L	0 L	0 L	0 L	0 L	0 L	0 L
Chlorure de méthylène CH ₂ Cl ₂	tr fe fe	20 20 SP	0 L L	L L L	L L L	L L L	0 1 1	1 1 1	1 1 1	0 0 1	0 1 0	0 1 0	0 1 0	0 1 0	0 1 0	0 1 0	0 3 3	0 3 3
Chlorure de naphthaline	100 100	45 200								0 0								
Chlorure de nickel(II) NiCl ₂	wl wl ges	10 10 70	3 SP 3	L 3 L	L L L	L L L	0 1 0	0 0 0	0 0 1	1 1 0	3 1 3	1 3 3	1 3 0	1 0 0	0 0 0	0 0 0	0 0 0	0 0 0
Chlorure de potassium KCl	wl wl wl kg wl hg	10 10 30 30 30	3 3 3 3 3	3 3 L L L	L L L L L	L L L L L	0 0 1 0 0	0 0 0 0 0	0 0 1 0 1	0 0 0 0 0	0 0 3 1 3	0 0 3 1 3	0 0 0 0 0	0 0 0 0 0	0 0 0 0 0	0 0 0 0 0	1 1 0 0 0	0 0 0 0 0
Chlorure de sodium NaCl	wl wl kg wl hg	0.5 2 20 20	2 L L	L L L	L L L	L L L	0 1 0	0 1 0	0 0 0	0 0 0	0 0 0	0 0 0	0 0 0	1 1 0	0 0 0	0 0 0	0 0 0	0 0 0
Chlorure de vinyl CH ₂ =CHCl	tr	20 <400	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0
Chlorure de zinc ZnCl ₂	wl wl wl wl wl	5 10 20 75 2	3 3 3 3 3	3 L L L L	3 L L L L	3 L L L L	0 0 1 0 0	3 3 3 3 0	3 3 3 3 0	3 3 3 3 0	3 3 3 3 0	3 3 3 3 0	3 3 3 3 0	1 0 0 0 0	0 0 0 0 0	0 0 0 0 0	3 0 0 0 0	
Chlorure éthylène CH ₂ CLCH ₂ CL	tr fe	100 100	0 L	L L	L L	L L	1 0	0 0	0 0	0 0	0 1	1 1	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	1 1
Chlorure ferreux (II) FeCl ₂	wl wl	10 20	0 L	L L	L L	L L	3 3	3 3	1 0	3 3	1 3	1 1	1 3	0 0	0 0	0 0	3 3	
Chlorure ferrique (III) FeCl ₃	tr wl wl wl	100 5 10 50	0 3 3 3	L 3 3 3	L 3 3 3	L 3 3 3	1 3 3	3 3 3	0 3 3	3 3 3	3 3 3	3 3 3	3 3 3	0 0 0	0 0 0	0 0 0	3 0 0	

7.4 Résistance à la corrosion

Tableaux de résistance

Fluide			Matériaux														
Désignation Formule chimique	Concentration %	Température C	Aciers alliés et non alliés			Alliages à base de nickel				Alliages à base de cuivre			Métaux purs				
			Ferritique	Austénitique	+ Mo	Incoloy 825	Inconel 600	Inconel 625	Hastelloy-C	Monel	Cunifer 30	Tombac	Bronze	Cuivre	Nickel	Titane	Tantale
Chromate de potassium K ₂ CrO ₄	wl wl	10 20	0 SP	0 1	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0
Chromate de sodium Na ₂ CrO ₄	wl	tous	SP	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Cidre		20	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Climat maritime	fe		2L	1L	1L	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
Crésol C ₆ H ₄ (CH ₃)OH	tous tous	20 SP	3 3	1 1	0 1	0 1	0 0	0 0	0 0	0 0	0 1	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0
Cyanure d'hydrogène HCN	tr wl wl kg	20 20 20	3 3 3	1 1 1	0 0 0	0 1 0	0 1 0	0 0 0	0 0 0	0 1 0	1 3 3	3 3 3	3 3 3	1 1 1	0 0 0	0 0 0	
Cyanure de potassium KCN	wl wl	10 SP	2 3	0 0	0 0	0 0	3 0	0 0	0 0	1 1	3 3	3 3	3 3	3 3	3 3	0 0	
Cyanure de potassium v. Ferricyanure de potassium																	
Cyanure de potassium v. Ferrocyanure de potassium																	
Cyanure de sodium NaCN	Schm wl	600 kg	1 1	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	3 3	3 3	3 3	3 3	3 3	0 0	
Cyclohexane (CH ₂) ₆			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Dibrométhane v. Bromure d'éthylène																	
Dichloréthylène CH ₂ Cl-CH ₂ Cl v. Ethylène chlorhydrique																	
Dichloréthylène C ₂ H ₂ Cl ₂ v. Dichlorure d'acétylène																	
Dichlorure d'acétylène H ₂ C=CCl ₂	wl tr	5 100	20 0	L L	L L	L L	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	1 0
Dichlorofluorométhane CF ₂ Cl ₂	tr tr fe	SP 20 20					0 0 0	0 0 0	0 0 0	0 0 0	0 0 0	0 0 0	0 0 0	0 0 0	0 0 0	0 0 0	
Dioxyde de carbone CO ₂	tr tr fe fe	100 1000 20 25	<540 3 1	0 1 0	0 0 0	0 0 0	0 0 0	0 0 0	0 0 0	0 0 0	0 0 1	0 0 0	0 0 1	0 0 0	0 0 0	3 1	0 0 0

7.4 Résistance à la corrosion

Tableaux de résistance

Fluide		Matériaux																		
Désignation Formule chimique	Concentration %	Température C	Aciers alliés et non alliés			Alliages à base de nickel				Alliages à base de cuivre		Métaux purs								
			Ferritique	Austénitique	Austénitique + Mo	Incoloy 825 2.4868	Inconel 600 2.4816	Inconel 625 2.4856	Hastelloy-C 2.4610 2.4819	Monel 2.4360	Cunifer 30 2.0882	Tombac	Bronze	Cuivre	Nickel	Titane	Tantale	Aluminium	Argent	
Dioxyde de chlore ClO2	wl	0,5	20	3	3	3	3													
Dioxyde de soufre SO2	tr	100	20	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	tr	100	60	3	3	1	1													
	tr	100	400	3	3	3	0				3									3
	tr	100	800	3	3	3	3													
	fe	100	20	3	3	3	0	0	0	0	0	0	0	3	3	1	3	0	0	0
	fe	100	60	3	3	3	0													3
	fe	100	70	3	3	3	3													3
Diphényle C6H5-C6H5		100	20	0	0	S	S													
		100	400	0	0	S	S													
Eau ammoniacale v. Hydroxyde d'ammonium																				
Eau de brome		0,03	20		L	L	L													
		1	20		L	L	L													
Eau de mer à une vitesse de défillement (v) : v<1.5m/s 1.5<v<4.5m/s																				
			20	1	L	L	L	0	L	0	L	1					1	L		
			20	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	1		
Eau de vie			20	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0					
			SP	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0					
Eau régale 3HCl+HNO3		203	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	0	0		1	
Encre v. Acide gallique																				
Ethanal CH3 - CHO		100	SP	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ethane CH3 - CH3			20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ether (C2H5)2O v. Ethyléther																				
Ethyléther (C2H5)2O			0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ethylène CH2=CH2			20	0	0	0	0													0

7.4 Résistance à la corrosion

Tableaux de résistance

Fluide		Matériaux																		
Désignation Formule chimique	Concentration %	Température C	Aciers alliés et non alliés			Alliages à base de nickel				Alliages à base de cuivre		Métaux purs								
			Ferritique	Austénitique	Austénitique + Mo	Incoloy 825 2.4868	Inconel 600 2.4816	Inconel 625 2.4856	Hastelloy-C 2.4610 2.4819	Monel 2.4360	Cunifer 30 2.0882	Tombac	Bronze	Cuivre	Nickel	Titane	Tantale	Aluminium	Argent	
Ferricyanure de potassium K3(Fe(CN)6)	wl kg wl	1 20 20	20	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	SP	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
Ferrocyanure de potassium K4(Fe(CN)6)	wl wl	1 25	20	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	SP	25	20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
Fluor F	fe tr tr tr	20 100 100 100	3	3	3	3					0	0	3	3	3	3	3	0	3	3
		500	3		L	L					0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
Fluorammonium v. Bifluoride d'ammonium																				
Fluorsilicate d'ammonium (NH4)2SiF6	wl	20	40	3	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0				0		
Fluorsilicate de sodium Na2(SiF6)	wl	kg		3	3	3	3	0	0	1	1	0	0				0			1
Fluore d'aluminium AlF3	wl	10	25	3	3	3	3				1	1					1	1	0	3
Fluore d'ammonium NH4F	wl hg wl	10 70 20	25	1	1	0	0				0								1	0
		80	3	3	3	3					0						3	3		0
Fluore d'hydrogène HF	wl 100	5	20	3	3	3	3	3	0	0	0	0	0	0	0	0	3	3	0	3
		500	3	3	3	3	3	3	3	3	0	0	3	3	3	3	3	3	0	3
Fluore de potassium KF	wl hg	kg 10		0	0	0	0				0		0							3
				1	0	0	0				0		0							
Fluore de sodium NaF	wl wl wl	10 10 kg	20	0	0	0	0										3			0
		SP	0	0	0	0					S	S								0
Formaldéhyde CH2O	wl wl wl	10 40 tous	20	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0
			20	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0
			SP	3	0	0	0				0								0	3
Formiate d'aluminium Al(HCOO)3				1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
Formiate d'ammonium HCOONH4	wl 10	10 70	20	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

7.4 Résistance à la corrosion

Tableaux de résistance

Fluide	Matériaux																		
	Concentration	Température	Aciers résistants à la corrosion			Alliages à base de nickel			Alliages à base de cuivre		Métaux purs								
			Ferritique	Austénitique	+ Mo	Incoloy 825	Inconel 600	Inconel 625	Hastelloy-C	Monel	Cunifer 30	Tombac	Bronze	Cuivre	Nickel	Titane	Tantale	Aluminium	Argent
%	°C	Aciers alliés et non alliés																	
Fréon CF ₂ Cl ₂ v. Dichlorodifluorométhane																			
Furfuro	100	25	1	1	1	1													
	100	SP	3	1	1	1			0										
Gaz d'éclairage			0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	1	1				
Gaz chlorhydrique v. Hydrogène chloré																			
Gaz d'échappement v. Gaz de combustion																			
Gaz de combustion sans S ni H ₂ SO ₄ et Cl			≤400	0	0	0	0												
avec S ou H ₂ SO ₄ et Cl			>STP und ≤400	0	0	0	0												
Gélatine			20	0	0	0	0	0											
			80	1	0	0	0	0											
Glucose wl			20	0	0	0													
Glycérine CH ₂ OH-CHOH-CH ₂ OH	100	20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
	100	SP	1	1	0	0													
Glycol CH ₂ OH-CH ₂ OH v. Glycol éthylénique																			
Glycol éthylène CH ₂ OH-CH ₂ OH	100	20	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	
Glystantine v. Antigel																			
			20	0	0	0	0					0	1	0	0				1
Goudron			0	0	0	0													
Graisses			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Hexachloréthane CCl ₃ -CCl ₃ v. Perchloréthane																			
Hexaméthylène-tétramine wl	20	60	1	0	0				0										1
(CH ₂) ₆ N ₄ wl	80	60	3	0	0				0										

7.4 Résistance à la corrosion

Tableaux de résistance

Fluide	Matériaux																		
	Concentration	Température	Aciers résistants à la corrosion			Alliages à base de nickel			Alliages à base de cuivre		Métaux purs								
			Ferritique	Austénitique	+ Mo	Incoloy 825	Inconel 600	Inconel 625	Hastelloy-C	Monel	Cunifer 30	Tombac	Bronze	Cuivre	Nickel	Titane	Tantale	Aluminium	Argent
%	°C	Aciers alliés et non alliés																	
Huile de térébenthine	100	20	3	0	0	0													
	100	SP	3	0	0	0													
Huiles essentielles			20	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Hydrazine H ₂ N-NH ₂			20	0		0			3	3									1
Hydride d'acide maléique	100	285																	
Hydrochlorure d'aniline wl	5	20		L	L	L													
C ₆ H ₅ NH ₂ HCl wl	5	100		L	L	L													
Hydrogène H	<300	0	0	0	0	0													
	>300	3	0	0	0														
Hydrogène iodé tr	20	0	0	0	0														
Acide d'hydrogène iodé fe	20	3	3	3	3														
Hydroquinone HO-C ₆ H ₄ -OH			3	0	0	0	0	0	0	0	1								0
Hydroxyde d'aluminium wl	10	20	1	3	0	0	0	0	0	1	0								1
Al(OH) ₃																			
Hydroxyde d'ammonium NH ₄ OH	100	20		0	0	0	0	0	0	0	3	3							1
Hydroxyde de baryum solide	100	20	0	0	0	0	0	1		0	1	0	1	0	0	0	0	0	3
Ba(OH) ₂ wl	tous	20	0	0	0	0	0	1		0	1	0	1	0	0	0	0	0	3
wl	tous	SP	0	0	0	0													3
wl	tous	100	815	0	0	0	0	0	1										3
kg	20	0	0	0	0														0
hg	SP	0	0	0	0														3
50	100	0	0	0	0	0	1												0
Hydroxyde de calcium Ca(OH) ₂			0	0	0	0	1	1	0	0	1	0	0	0	1	1	0	0	3
Hydroxyde de lithium LiOH	wl	tous	20	1	0	0	0	0	0	0									
Hydroxyde de magnésium Mg(OH) ₂ wl	kg			0		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
hg				0		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
Hydroxyde de potassium KOH	wl	20		0	S	S	1	1	1	1	0	0							3
	20	SP		0	S	S	1	1	1	1	0	3							3
	30	SP		3	S	S	1	3		1	0								3
	50	20		S	0	S	S	1	1	1	0	0	3						3
	50	SP		S	3	S	S	1	3		1	0	3						3
	wl	hg		S	3	S	S				1	0							3
Schm	100	360		S	3	S	S				3	3							3

7.4 Résistance à la corrosion

Tableaux de résistance

Fluide			Matériaux															
Désignation Formule chimique	Concentration %	Température C	Aciers alliés et non alliés															
			Aciers résistants à la corrosion			Alliages à base de nickel				Alliages à base de cuivre		Métaux purs						
			Ferritique	Austénitique + Mo	Incoloy 825 2.4858	Inconel 600 2.4816	Inconel 625 2.4856	Hastelloy-C 2.4610 2.4819	Monel 2.4360	Cunifer 30 2.0882	Tombac	Bronze	Cuivre	Nickel	Titane	Tantale	Aluminium	Argent
Hydroxyde de sodium NaOH	solide	100	tous	0	0	0	0	0	0									0
	wl	<10	<60	0	0	0	0	0	0									
	wl	<10	<SP	3	3	0	0	0	0									
	wl	<20	<60	0	0	0	0	0	0									
	wl	<20	<SP	3	3	0	0	0	0									
	wl	<40	<60	0	0	0	0	0	0									
	wl	<40	<100	3	3	0	0	0	0									
	wl	<40	>100	3	3	3	3	0	0									
	wl	<50	<60	0	0	0	0	0	0									
	wl	<50	<100	3	3	0	0	0	0									
	wl	<50	>100	3	3	3	3	0	0									
	wl	<60	<90	3	3	0	0	0	0									
wl	<60	<140	3	3	3	3	0	0										
wl	<60	>140	3	3	3	3	3	0	3									
Hypochlorite de calcium Ca(OCl)2	wl	2	20	3	3	3	L	0	3	0			3	3	0	0	3	
	kg	3	3	3	3	L	0	1	3	3					0	0	3	
Hypochlorite de calcium KClO	wl	tous	20	L	L	L	3	3	0	3	3			3	0	0	3	
	wl	tous	SP	L	L	L	3	3	1	3	3			3	0	0	3	
Hypochlorite de sodium NaOCl	wl	5	20	3	3	3	L	0	3	0			3	3	0	0	3	
	wl	10	50	3	L	L	0	1	3	3				0	0	0	3	
Hyposulfite de sodium Na2S2O4	tous	tous	3	0	0	0	1	1	1	1	3			3	1	0		
	tous	tous	SP	3	0	0	1	1	1	1	3			3	1	0		
Indole J2	tr	100	20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	fe		20	0	L	L	L		0	0	3	3	3	3	3	0		
	fe		20	3	3	3	3		1	3				3	0	3	3	
Iodoforme CHJ3	tr	60	0	0	0	0											0	
	fe	20	3	3	L	L											0	
Iodure de potassium KJ	wl	20	0	L	L	L	0	1	1	0	3	0		0	3	0	0	3
	wl		SP	0	3	L	L	0	1	1	0	3	0		0	3	0	0
Iodure de sodium NaJ				L	L	L	0	0	0	0						1		
Isatine C8H5NO2		20	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Lactose C12H22O11	wl	20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Lait de chaux Ca(OH)2		20	0	1	0	0											0	
		SP	0	1	0	0											0	

7.4 Résistance à la corrosion

Tableaux de résistance

Fluide			Matériaux															
Désignation Formule chimique	Concentration %	Température C	Aciers alliés et non alliés															
			Aciers résistants à la corrosion			Alliages à base de nickel				Alliages à base de cuivre		Métaux purs						
			Ferritique	Austénitique + Mo	Incoloy 825 2.4858	Inconel 600 2.4816	Inconel 625 2.4856	Hastelloy-C 2.4610 2.4819	Monel 2.4360	Cunifer 30 2.0882	Tombac	Bronze	Cuivre	Nickel	Titane	Tantale	Aluminium	Argent
Lessive de soude v. Hydroxyde de sodium																		
Levure		20	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Levure chimique	fe		1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Lithium	Schm	300	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Li																		
Magnésium	Schm	650	1	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	0	0	3
Mg																		
Mélasses			0	0	0	0	0	0	0	0						0	0	0
Menthol			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
C10H19OH																		
Mercaptan amyle		100	160						0	0								
Mercure	tr	100	20	0	L	L	L		0	0	0	3	3	3	3	3	0	0
	Hg	tous	<500	1	1	1	0		0	0	0	3	3	3	3	3	0	0
Méthane CH4		200	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		600	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Méthanol v. Alcool méthylique																		
Méthylamine CH3-NH2	wl	25	20	1	0	0	0	0	0	0	3	3	3	3	3	0	0	
Méthylaldéhyde v. Formaldéhyde																		
Mélange sulfonitrique HNO3 H2SO4 H2O	%	%	%															
	90	10	-						20	0								
	50	50	-						20									
	50	50	-						90									
	50	50	-						120									
	38	60	2						50									
	25	75	-						50									
	25	75	-						90									
	25	75	-						157									
	15	20	65						20	3								
	15	20	65						80									
	10	70	20						50									
	10	70	20						90									
	5	30	65						20	3								
	5	30	65						90	3								
5	30	65						SP	3									
5	15	80						134	3	1	1							

7.4 Résistance à la corrosion

Tableaux de résistance

Fluide			Matériaux																	
Désignation Formule chimique	Concentration %	Température C	Aciers résistants à la corrosion			Alliages à base de nickel				Alliages à base de cuivre		Métaux purs								
			Ferritique	Austénitique	+ Mo	Incoloy 825	Inconel 600	Inconel 625	Hastelloy-C	Monel	Cunifer 30	Tombac	Bronze	Cuivre	Nickel	Titane	Tantale	Aluminium	Argent	
Monoxyde de carbone CO	100	20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	<540	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Naphtaline C10H8	100	20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	100	390	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Naphtaline de chlore C10H7Cl			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Nitrate d'aluminium Al(NO3)3			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Nitrate d'ammonium NH4NO3	wl	5	20	3	0	0	0	0	1	0	0	3	3					0	0	
	wl	100	SP	3	0	0	0	0	0	0	0	3	3	3	3	3		0	0	
Nitrate d'argent AgNO3	wl	10	20	3	0	0	0	0	1	1	1	3	3	3	3	3	3	0	0	
	wl	10	SP	3	0	0	0	0										0	0	
	wl	20	60	3	0	0	0	0										0	0	
	wl	40	20	3	0	0	0	0			1							0	0	
	Schm	100	250	3	3	0	0	0										0	0	
Nitrate de baryum Ba(NO3)2	wl	tous	SP	0	0	0	0	0	1	0			3		3		0	0	0	
Nitrate de calcium Ca(NO3)2		tous	100	3	0	0	0	0	0	0	0	0					0	0	0	
Nitrate de cuivre (II) Cu(NO3)2	wl	1	20	0	0	0	0	3	3	0	3	3		3	3	0	0	0	3	
	wl	50	SP	0	0	0	0	3	1	3	3			0	0	0	3			
	wl	kg		0	0	0	0	0	3	1	3	3		3	3	0	0	0	3	
Nitrate de fer (III) Fe(NO3)3	wl	10	20	3	0	0	0	0			0			3	0					
	wl	tous	SP	3	0	0	0	3	3	3	3	3		3	0					
Nitrate de magnésium Mg(NO3)2	kg			0	0	0	0	3	3		3	0	3	0	0	0	3	3	0	0
Nitrate de nickel(II) Ni(NO3)2	wl	10	25	3	0	0	0	0	0	0	0	3	3		3	3	0	0	3	
	wl	<100	25	3	0	0	0	0	3		1	3		3	3	0	0	0	3	
Nitrate de plomb Pb(NO3)2	wl		100	1	0	0	0	0	0	0	0	0					0	0	0	
Nitrate de potassium KNO3	wl	tous	20	0	0	0	0	0	1	1	1	1		1	0		0		1	
	wl	tous	SP	0	0	0	0	0	1	1	1	1		1	0		0		1	
Nitrate de sodium NaNO3	wl	5	20	3	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	
	wl	10	20	1	0	0	0	0	0	0	1	1	0	3	1	0	0	0	0	
	wl	<10	SP	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	3	3	
	wl	30	20	1	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	1	0	0	0	0	
	wl	30	SP	1	0	0	0	0	0	0	3	1	0	0	1	0	0	0	0	
	Schm	320	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	3	

7.4 Résistance à la corrosion

Tableaux de résistance

Fluide			Matériaux																
Désignation Formule chimique	Concentration %	Température C	Aciers résistants à la corrosion			Alliages à base de nickel				Alliages à base de cuivre		Métaux purs							
			Ferritique	Austénitique	+ Mo	Incoloy 825	Inconel 600	Inconel 625	Hastelloy-C	Monel	Cunifer 30	Tombac	Bronze	Cuivre	Nickel	Titane	Tantale	Aluminium	Argent
Nitrite de potassium KNO2	tous	SP	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1
Nitrite de sodium NaNO2	wl	20		0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	3	0
Nitrobenzène C6H5(NO2)y			0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Nitroglycérine C3H5(ONO2)3		20	0	0	0	0													0
Oléum v. Trioxyde de soufre																			
Oxalate d'ammonium (COONH4)2	wl	10	20	1	1	0	0		1	0	0	0	1	1	1	1	1	0	0
	wl	10	SP	3	3	1	0		1	0	0	0	1	1	1	1	1	0	0
Oxalate de calcium (COO)2Ca	fe		20	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
Oxyde d'aluminium Al2O3		20	1	1	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	3
Oxyde de calcium CaO		20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
Oxyde de chrome CrO3			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Oxyde de magnésium MgO v. Hydroxyde de magnésium																			
Oxygène O		500	1	0	0	0							0				3	3	
Ozone				0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
Paraffine CnH2n+2	Schm	120	0	0	0	0							0	0	0	0	0	0	0
Pentachlorure de phosphore PCl5	tr	100	20	0	0	0							0				0	1	
Perborate de sodium NaBO2	wl	10	20	3	0	0	0		1									1	
	wl	10	SP	3	0	0	0		1									1	
Perchlorate d'ammonium NH4ClO4	wl	10	20		L	L	L						1						0
Perchlorate de sodium NaClO4	wl	10	20	3	3	0	0	1					1						0
	wl	10	SP	3	0	0	0	1					1						0

7.4 Résistance à la corrosion

Tableaux de résistance

Fluide			Matériaux															
Désignation Formule chimique	Concentration %	Température C	Aciers résistants à la corrosion			Alliages à base de nickel				Alliages à base de cuivre		Métaux purs						
			Aciers alliés et non alliés	Ferritique	Austénitique + Mo	Incoloy 825 2.4858	Inconel 600 2.4816	Inconel 625 2.4856	Hastelloy-C 2.4610 2.4819	Monel 2.4360	Cunifer 30 2.0882	Tombac	Bronze	Cuivre	Nickel	Titane	Tantale	Aluminium
Perchloroéthylène C ₂ Cl ₄	fe	20	0	0	0						0	0	0				0	
Perhydroly v. Superoxyde																		
Permanganate de potassium KMnO ₄	wl wl tous	10 SP	0 3	0 1	0 1	0 1											0	3
Péroxyde d'hydrogène H ₂ O ₂	tous	20	3	3	0	0	1	0	0	1	3	3	3	3	1	3	0	0
Péroxyde de sodium Na ₂ O ₂	wl wl Schm	10 SP 460	3 3	1 3	0 0	0 3	1 1	1 1	1 1	0 3	3 3	3 3	3 3	3 3	0 0	3 3	3 3	3
Persulfate d'ammonium (NH ₄) ₂ S ₂ O ₈	wl wl	5 20	20	3	1	1	0	0	1	0	0	3	3	3	3	0	0	3
Persulfate de potassium K ₂ S ₂ O ₈	wl	10	50	3	3	0	0	0	0	3	3	3	3	3	0	0	3	3
Pétrole		20	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
Phénol C ₆ H ₅ (OH)	wl	90	20	0	0	0	0	1	0	0	1	0		0	1	0	0	0
Phénol v. Phénol																		
Phénol trinitrique v. Acide picrique																		
Phloroglucine C ₆ H ₃ (OH) ₃		20	0	0	0	0	0	0	0	0				0	0	0		
Phosgène COCl ₂	tr	20	0	0	0	0	0	0	0	0				0	0	0		
Phosphate d'ammonium NH ₄ H ₂ PO ₄	wl	5	25	0	1	1	0	0	1	0	0	1	1		3	1	0	1
Phosphate de diammonium v. Phosphate d'ammonium																		

7.4 Résistance à la corrosion

Tableaux de résistance

Fluide			Matériaux																					
Désignation Formule chimique	Concentration %	Température C	Aciers résistants à la corrosion			Alliages à base de nickel				Alliages à base de cuivre		Métaux purs												
			Aciers alliés et non alliés	Ferritique	Austénitique + Mo	Incoloy 825 2.4858	Inconel 600 2.4816	Inconel 625 2.4856	Hastelloy-C 2.4610 2.4819	Monel 2.4360	Cunifer 30 2.0882	Tombac	Bronze	Cuivre	Nickel	Titane	Tantale	Aluminium	Argent					
Phosphate de sodium Na ₂ HPO ₄	wl wl	10 SP	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	1	1	0	0	0	1	0	
Phosphore P	tr	20	0	0	0	0																		
Plâtre v. Sulfate de calcium																								
Plomb Pb	Schm	388 900	3	1	1	1	0						3				3		0	0				
Potassium K	Schm	604 80	0	0	0	0							1						0	0		0	0	0
Pyridine C ₅ H ₅ N	tr	20		0	0	0													0	0				0
Pyrogallol C ₆ H ₃ (OH) ₃	tous tous tous	SP 20 SP		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Salicylate de sodium C ₆ H ₄ (OH)COONa	wl	tous	20	0	0	0	0						0					0	0	0			0	
Salpêtre, Salpêtre v. Nitrate de potassium																								
Salpêtre du Chili v. Nitrate de sodium																								
Sang		20	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Savon	wl wl wl	1 75 20	20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Sel de Glauber v. Sulfate de sodium																								
Sel fixatif v. Thiosulfate de sodium																								
Silicate de potassium K ₂ SiO ₃		20	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
Sodium Na	Schm	200 600	0	0	0	0													0	0			1	0
Solutions albumineuses		20	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Soufre S	tr Schm Schm fe	100 130 240 20	60	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3

7.4 Résistance à la corrosion

Tableaux de résistance

Fluide		Matériaux																	
Désignation Formule chimique	Concentration %	Température C	Aciers résistants à la corrosion			Alliages à base de nickel				Alliages à base de cuivre		Métaux purs							
			Ferritique	Austénitique	Austénitique + Mo	Incoloy 825	Inconel 600	Inconel 625	Hasstelloy-C	Monel	Cumifer 30	Tombac	Bronze	Cuivre	Nickel	Titane	Tantale	Aluminium	Argent
Sucre de lait v. Lactose																			
Sulfate anilinique		20			0				0										1
Sulfate d'aluminium Al ₂ (SO ₄) ₃	wl wl	10 15	ΔSP	3 3	3 3	3 1	0 0	1 1	0 1	1 1	1 1	3 1	3 1	3 1	3 1	1 0	0 0	3 3	
Sulfate d'aluminium potassium v. Alun																			
Sulfate d'ammonium (NH ₄) ₂ SO ₄	wl wl wl	1 10 10	20 20 SP	0 1 1	0 1 0	0 0 0	0 0 0	1 3 0	0 0 0	1 1 0	3 3 0	3 1 0	3 1 3	1 0 0	0 0 0	0 0 0	L L	1	
Sulfate d'hydrazine (N ₂ H ₆)SO ₄	wl	10	SP	3		3	3												
Sulfate de baryum BaSO ₄			25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Sulfate de calcium CaSO ₄	fe fe		20 SP	1 1	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	1 1		
Sulfate de chrome Cr ₂ (SO ₄) ₃	kg hg			3 3	0 0	0 1	0 1	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0			
Sulfate de cuivre (II) CuSO ₄	wl wl	kg hg		3 3	0 1	0 0	0 0	0 3	0 3	0 0	3 3	3 3	0 0	0 0	0 0	3 3	0 0	3 0	
Sulfate de magnésium MgSO ₄	wl wl wl	0,1 5 50	20 20 SP	0 3 3	1 1 1	0 0 0	0 1 0	0 0 0	1 0 0	0 0 0	3 0 0	0 0 0	0 1 0	0 0 0	0 0 0	0 0 0	0 0 0		
Sulfate de manganèse (II) MnSO ₄	kg			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
Sulfate de nickel(II) NiSO ₄	wl wl		20 SP	3 3	0 0	0 0	0 0	1 1	1 1	1 1	1 1	1 1	1 1	3 3	0 0				
Sulfate de potassium K ₂ SO ₄	wl wl	10 tous	25 SP	3 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	1 0	0 0	0 0	0 0	0 1		
Sulfate de quinine	tr		20	3	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0			
Sulfate de sodium Na ₂ SO ₄	wl wl wl	10 kg hg	20	3 3	0 1	0 0	0 0	0 1	0 0	0 1	0 0	0 0	0 1	0 0	0 0	0 0	0 0	1	

7.4 Résistance à la corrosion

Tableaux de résistance

Fluide		Matériaux																	
Désignation Formule chimique	Concentration %	Température C	Aciers résistants à la corrosion			Alliages à base de nickel				Alliages à base de cuivre		Métaux purs							
			Ferritique	Austénitique	Austénitique + Mo	Incoloy 825	Inconel 600	Inconel 625	Hasstelloy-C	Monel	Cumifer 30	Tombac	Bronze	Cuivre	Nickel	Titane	Tantale	Aluminium	Argent
Sulfate de zinc ZnSO ₄	wl wl wl wl	20 30 kg 5	SP SP	3 3	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 1	0 0	1 1	0 0	3 3	3 3				1 0 0 0
Sulfate ferreux (II) FeSO ₄	wl	tous	SP	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
Sulfate ferrique (III) Fe(SO ₄) ₃	wl wl	<30 tous	20 SP	3 3	0 1	0 0	0 0	0 0	0 0	3 0	3 0	1 0	3 0	3 0	3 0	3 0	3 0	0 0	3 3
Sulfite anilinique	wl kg	10 20	20							1		0		0					
Sulfite d'ammonium (NH ₄) ₂ SO ₃	kg hg	20 SP		1 3	0 1	0 1	0 3	0 3	0 3	3 3	3 3	3 3	3 3	3 3	3 3	3 1	3 3	0 0	
Sulfite de baryum BaS			25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Sulfite de calcium CaSO ₃	wl kg	hg		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Sulfite de sodium Na ₂ SO ₃	wl wl	10 50	20 SP	3 3	1 3	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	1 1	3 1	1 1	0 0
Sulfocyanate d'ammonium v. Thiocyanate d'ammonium																			
Sulfure de sodium Na ₂ S	wl wl wl	1 kg hg	20 20	3 3	0 3	0 3	0 0	0 0	0 1	0 0	0 0	0 0	1 0	0 0	0 0	3 3	3 1	1 0	0 1 3
Superoxyde de sodium v. Peroxyde de sodium																			
Tanin v. Acide tannique																			
Tartrate double de potassium KC ₄ H ₅ O ₆	wl wl	kg hg		3 3	3 3	0 3	0 1	0 1	0 1	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 1	0 0	0 0
Tétraborate de sodium v. Borax																			
Tétrachloréthane v. Tétrachlorure de carbone																			

7.4 Résistance à la corrosion

Tableaux de résistance

Fluide			Matériaux																
Désignation Formule chimique	Concentration %	Température C	Aciers résistants à la corrosion			Alliages à base de nickel				Alliages à base de cuivre		Métaux purs							
			Ferritique	Austénitique	Austénitique + Mo	Incoloy 825	Inconel 600	Inconel 625	Hastelloy-C	Monel	Cumifer 30	Tombac	Bronze	Cuivre	Nickel	Titane	Tantale	Aluminium	Argent
Tétrachlorure d'acétylène CHCl ₂ - CHCl ₂ v. Tétrachloroéthylène																			
Tétrachlorure de carbone tr CCl ₄																			
	20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	SP	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
	25	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
	SP	3			1														3
Thiocyanate d'ammonium NH ₄ CNS	70		0	0	0									0		0			
Thiosulfate de sodium wl Na ₂ S ₂ O ₃	1	20	1	0	0	0				0				0	0			0	
	10	20	3	0	0	0									0			0	
	25	SP	3	L	L	L								0	0			1	
	kg		3	3	0	0	1			1	3			3	1	0	0	0	
Toluène C ₆ H ₅ -CH ₃	100	20	0	0	0	0				0	0	0	0	0	0			0	
	100	SP	0	0	0	0				0	0	0	0	0	0			0	
Trichloracétaldéhyde v. Chloral																			
Trichloréthylène CHCl=CCl ₂	pur pur fe fe	100 100 20 SP	0 0 3 3	0 0 3 3	0 0 L L	0 0 L L				0 0 0 0	0 0 1 3	0 0 1 1	0 0 1 1	0 0 0 0	0 0 0 0			0 0 3 3	
Trichlorométhane v. Chloroforme																			
Tricrésylphosphate			0	0	0	0	0	0	0					0					0
Trioxyde de soufre fe SO ₃	100 tr	20 100					2	3		0	3	2	0	0	0	3		3	0
Urée CO(NH ₂) ₂	100 100	20 150	0 3	0 1	0 0	0 1	0 3			0 1	0 1	1 1			0 1	0 0	0 0	0 3	0 1
Vapeur d'acide acétique	33 100 100	20 >50 <SP	3 3 3	1 3 3	1 3 3	0 0 0	1 1 3			0 1 3	1 3 3				3 3 0	0 0 0		1 3 3	

7.4 Résistance à la corrosion

Tableaux de résistance

Fluide			Matériaux																	
Désignation Formule chimique	Concentration %	Température C	Aciers résistants à la corrosion			Alliages à base de nickel				Alliages à base de cuivre		Métaux purs								
			Ferritique	Austénitique	Austénitique + Mo	Incoloy 825	Inconel 600	Inconel 625	Hastelloy-C	Monel	Cumifer 30	Tombac	Bronze	Cuivre	Nickel	Titane	Tantale	Aluminium	Argent	
Vapeur d'eau O ₂ <1ppm;Cl<10ppm O ₂ >1ppm;Cl<10ppm O ₂ >15ppm;Cl<3ppm																				
		<560	1	1	1	0													0	
		<315	S	S	S	S												0	0	
		>450	S	S	S	S												0	0	
Vernis		20	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Verre Schm		1200	1		1	1														
Vin		20 SP	3 3	0 0	0 0	0 0				0 0							3 3	3 3	3 3	0 0

7.5 Tables de conversion et symboles

Tableau de vapeur d'eau

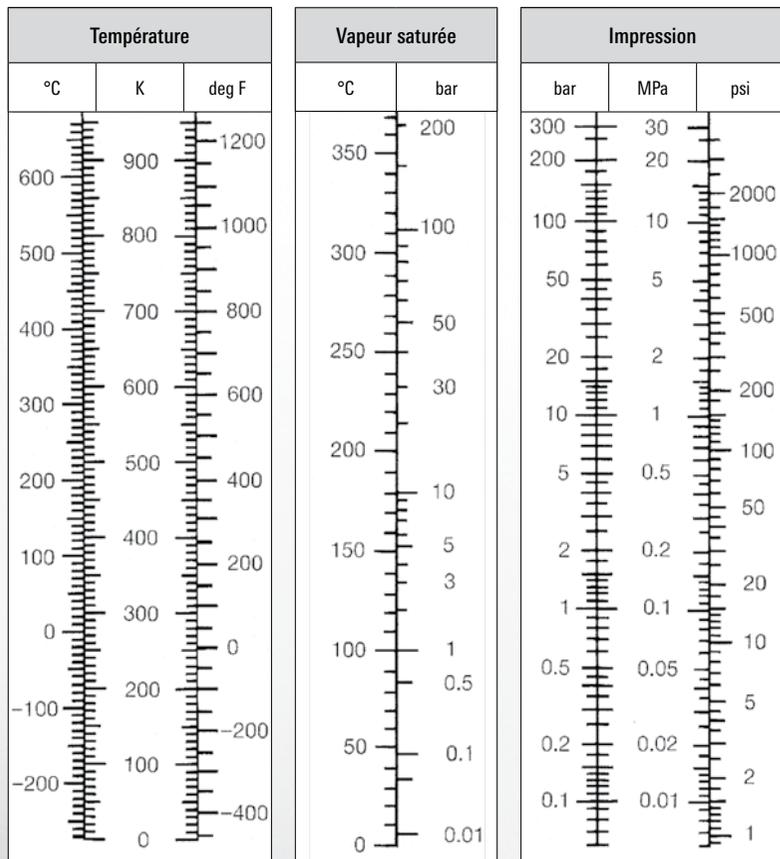
Pression (absolue)	Température de saturation	Viscosité cinématique de la vapeur	Densité de la vapeur
bar	°C	10 ⁶ m ² /s	kg/m ³
p	t	ν ⁿ	ρ ⁿ
0.020	17 513	650 240	0.01492
0.040	28 983	345 295	0.02873
0.060	36 183	240 676	0.04212
0.080	41 534	186 720	0.05523
0.10	45 833	153 456	0.06814
0.14	52 574	114 244	0.09351
0.20	60 086	83 612	0.1307
0.25	64 992	68 802	0.1612
0.30	69 124	58 690	0.1912
0.40	75 886	45 699	0.2504
0.45	78 743	41 262	0.2796
0.50	81 345	37 665	0.3086
0.60	85 954	32 177	0.3661
0.70	89 959	28 178	0.4229
0.80	93 512	25 126	0.4792
0.90	96 713	22 716	0.5350
1.0	99 632	20 760	0.5904
1.5	111.37	14 683	0.8628
2.0	120.23	11 483	1 129
2.5	127.43	9 494	1 392
3.0	133.54	8 130	1 651
3.5	138.87	7 132	1 908
4.0	143.62	6 367	2 163
4.5	147.92	5 760	2 417

7.5 Tables de conversion et symboles

Tableau de vapeur d'eau

Pression (absolue)	Température de saturation	Viscosité cinématique de la vapeur	Densité de la vapeur
bar	°C	10 ⁶ m ² /s	kg/m ³
p	t	ν ⁿ	ρ ⁿ
5.0	151.84	5 268	2 669
6.0	158.84	4 511	3 170
7.0	164.96	3 956	3 667
8.0	170.41	3 531	4 162
9.0	175.36	3 193	4 655
10.0	179.88	2 918	5 147
11.0	184.07	2 689	5 637
12.0	187.96	2 496	6 127
13.0	191.61	2 330	6 617
14.0	195.04	2 187	7 106
15.0	198.29	2 061	7 596
20.0	212.37	1 609	10.03
25.0	223.94	1 323	12.51
30.0	233.84	1 126	15.01
34.0	240.88	1 008	17.03
38.0	247.31	0.913	19.07
40.0	250.33	0.872	20.10
45.0	257.41	0.784	22.68
50.0	263.91	0.712	25.33
55.0	269.93	0.652	28.03
60.0	275.55	0.601	30.79
65.0	280.82	0.558	33.62
70.0	285.79	0.519	36.51
75.0	290.50	0.486	39.48

Température, vapeur saturée, pression



Alphabet grec

α	alpha	Α	alpha
β	bêta	Β	bêta
γ	gamma	Γ	gamma
δ	delta	Δ	delta
ε	epsilon	Ε	epsilon
ζ	zêta	Ζ	zêta
η	êta	Η	êta
θ θ	thêta	Θ	thêta
ι	iota	Ι	iota
κ	kappa	Κ	kappa
λ	lambda	Λ	lambda
μ	mu	Μ	mu
ν	nu	Ν	nu
ξ	khi	Ξ	khi
ο	omicron	Ο	omicron
π	pi	Π	pi
ρ ρ	rhô	Ρ	rhô
σ σ	sigma	Σ	sigma
τ	tau	Τ	tau
υ	upsilon	Υ	upsilon
φ	phi	Φ	phi
χ	chi	Χ	chi
ψ	psi	Ψ	psi
ω	oméga	Ω	oméga

7.5 Tables de conversion et symboles

Symboles utilisés

Symbole	Signification
A	Surface de section transversale hydraulique active du tuyau
A_D	Surface de section transversale d'une tresse
C_W	Coefficient de résistance relative du joint de soudure
C_t	Coefficient de réduction de pression pour des températures de service > 20 °C
D_1	Diamètre extérieur du tuyau
El	Résistance à la flexion du tuyau
EL	Longueur totale du tuyau
F	Force, force de réaction à la pression
L_f	Longueur flexible (ondulée) du tuyau (dénomination selon DIN EN ISO 10380 : active life length)
LN	Longueur nominale de la conduite (longueur ondulée ZRL + longueur des pièces de raccordement l)
PN	Pression nominale (pression de service adm. à 20 °C)
PS	Pression de service à la température de service TS
PT	Pression d'essai (à 20 °C)
Re	Nombre de Reynolds
$R_m(T)$	Valeur subordonnée à la température pour la limite de rupture
S	Coefficient de sécurité, général
S_{BG}	Coefficient de sécurité contre la défaillance de la tresse
S_{BR}	Coefficient de sécurité contre l'éclatement du tuyau flexible onduleux
T	Température
TS	Température de service
c	Vitesse d'écoulement
d_i	Diamètre intérieur du tuyau

7.5 Tables de conversion et symboles

Symboles utilisés

Symbole	Signification
l	Longueur des raccords
n_k	Nombre de fuseaux de la tresse en fil métallique
n_D	Nombre de fils par fuseau
p	Pression
Δp	Perte de pression due à l'écoulement
s, s_1 , s_2	Course de la conduite flexible (l'amplitude de la course s/2 correspond à la valeur y selon DIN EN ISO 10380)
r	Rayon de courbure du tuyau
r_N	Rayon de courbure nominal du tuyau selon DIN EN ISO 10380
r_{min}	Rayon de courbure minimum en flexion simple
y	Course (amplitude) du tuyau en test de courbure en U (description selon DIN EN ISO 10380) correspond à la valeur s/2 dans le manuel
w (x)	Flexion du tuyau, x est orienté en direction de l'axe du tuyau
z	Longueur de l'extrémité neutre du tuyau en sollicitation latérale statique
ZRL	Longueur de corroyage = Longueur ondulée du tuyau
α	1.) Angle de courbure du tuyau - Rapport d'inclinaison des extrémités du tuyau pour l'évaluation de la perte de pression 2.) Angle de courbure du tuyau - Déviation du tuyau par rapport à l'horizontale / à la verticale pour une absorption de dilatation en arc à 90° 3.) Angle de tressage
β	Angle de courbure du tuyau - Déviation du tuyau par rapport à l'horizontale / à la verticale pour une absorption de dilatation en arc à 90° aux deux extrémités
λ	Coefficient de frottement pour le calcul de la perte de charge
v	Viscosité cinématique du fluide en écoulement
ρ	Densité du fluide en écoulement
σ_{um}	Tension circonférentielle moyenne dans le tuyau flexible onduleux
σ_z	Contrainte de traction dans un fil de tresse isolé
ζ_b	Coefficient de résistance spécifique pour le calcul de la perte de charge lorsque le tuyau est monté en arc
ζ_z	Coefficient de résistance spécifique pour le calcul de la perte de charge lorsque le tuyau est monté en arc à 180°

7.5 Tables de conversion et symboles

Unités physiques (D, GB, US)

DIN1301-1, publication 10.2002

Unités SI de base

Grandeur	Unité SI de base	
	Nom	Symbole
Longueur	mètre	m
Masse	kilogramme	kg
Temps	seconde	s
Intensité du courant électrique	ampère	A
Température thermodynamique	kelvin	K
Quantité de matière	mole	mol
Intensité lumineuse	candela	cd

Symbole du préfixe

Préfixe	Symbole du préfixe	Facteur de multiplication de l'unité
pico	p	10^{-12}
nano	n	10^{-9}
micro	μ	10^{-6}
milli	m	10^{-3}
centi	c	10^{-2}
déci	d	10^{-1}
déca	da	10^1
hecto	h	10^2
kilo	k	10^3
mega	M	10^6
giga	G	10^9

7.5 Tables de conversion et symboles

Longueur - Unité SI mètre, m

Symbole	Nom	en m
mm	millimètre	0,0010
km	kilomètre	1000
in	pouce	0,0254
ft	pied (= 12 in)	0,3048
yd	yard (=3 ft / =36 in)	0,9144

Masse - Unité SI kilogramme, kg

Symbole	Nom	en kg
g	gramme	0,00100
t	tonne	1000
oz	once	0,02835
lb	livre	0,4536
sh tn	tonne courte (US)	907,2
tn	tonne (UK)	1016

Temps - Unité SI seconde, s

Symbole	Nom	en s
min	minute	60
h	heure	3600
d	jour	86400
a	année	$3,154 \cdot 10^7$ (Δ 8760 h)

7.5 Tables de conversion et symboles

Température - Unité SI kelvin, K

Symbole	Nom	en K	en °C
°C	degré Celsius	$\vartheta/^{\circ}\text{C} + 273,16$	1
°F	degré Fahrenheit	$\vartheta/\text{deg F} \cdot 5/9 + 255,38$	$(\vartheta/\text{deg F} - 32) \cdot 5/9$

Angle - Unité SI radian, rad = m/m

Symbole	Nom	en rad
	angle plein	2π
gon	gon (grade)	$\pi/200$
°	degré	$\pi/180$
'	minute	$\pi/1,08 \cdot 10^4$
"	seconde	$\pi/6,48 \cdot 10^5$

Pression - Unité SI pascal, Pa = N/m² = kg/ms²

Symbole	Nom	en Pa	en bar
Pa = N/m ²	pascal	1	0,00001
hPa = mbar	hectopascal = millibar	100	0,001
kPa	kilopascal	1000	0,01
bar	bar	100000	1
MPa = N/mm ²	mégapascal	1000000	10
mmH2O	millimètre de colonne d'eau	9,807	0,0001
lbf/in ² = psi	livre-force par pouce carré	6895	0,0689
lbf/ft ²	livre-force par pied carré	47,88	0,00048

Énergie (ou travail, quantité de chaleur) - Unité SI joule, J = Nm = Ws

Symbole	Nom	en J
kWs	kilowatt-seconde	1000
kWh	kilowatt-heure	$3,6 \cdot 10^6$
kcal	kilocalorie	4186
lbf x ft	livre-force pied	1,356
BTU	unité thermique britannique	1055

7.5 Tables de conversion et symboles

Puissance - Unité SI watt, W = m² kg/s³ = J/s

Symbole	Nom	en W
kW	kilowatt	1000
PS	cheval-vapeur métrique	735,5
hp	cheval-vapeur anglo-saxon	745,7

Volume - Unité SI, m³

Symbole	Nom	in m ³
l	litre	0,001
in ³	pouce cubique	$1,6387 \cdot 10^{-5}$
ft ³	pied cube	0,02832
gal	(GB) gallon	0,004546
gal	(US) gallon	0,003785

Viscosité dynamique η – Unité SI Pa s = kg/ms

Symbole	Nom	en m Pa s
Pa s = kg/ms	pascal-seconde	1000
P	poise	100
cP	centipoise	1
lb/ft h	livre/pied heure	0,4134
lb/ft 2	livre/pied seconde	1488,16

Viscosité cinématique ν – Unité SI m²/s

Symbole	Nom	en cSt
m ² /s	mètre carré/seconde	1000000
St	stoke	100
cSt	centistoke	1
ft ² /h	pied carré/heure	25,81
ft ² /s	pied carré/seconde	92903

7.6 Glossaire

Amplitude : écart maximal d'une vibration par rapport à l'axe médian

Bord de l'onde : demi-coquille en forme de torus limitant l'onde au diamètre extérieur (bord extérieur) ou au diamètre intérieur (bord intérieur).

Certificats de matériaux : → certificats de contrôle relatifs à l'analyse chimique et aux propriétés mécaniques du matériau employé.

Coefficient de réduction relatif à la résistance à la pression en températures élevées (C_v) : il tient compte de la perte de résistance des matériaux lorsque la température de service est supérieure à 20 °C ; il est défini par le rapport entre la limite d'allongement du composant de 1% à température de service ou de calcul et la limite d'allongement de 1% à 20 °C. Lorsque la pièce est composée de différents matériaux, on retient le coefficient de réduction correspondant au matériau le moins résistant.

Compensateur : soufflet métallique équipé de raccords à chacune de ses extrémités et éventuellement d'un dispositif d'ancrage pour absorber les forces de réaction à la pression ou pour en limiter la mobilité de façon ciblée. Il est utilisé pour compenser les déformations axiales, angulaires et/ou latérales dans les systèmes de tuyauterie.

Conduite flexible double enveloppe : deux tuyauteries flexibles insérées l'une dans l'autre avec une différence de section plus ou moins grande. Une des conduites, généralement la conduite intérieure, transporte le fluide, la conduite extérieure transportant un fluide caloporteur ou réfrigérant. Dans certains cas, la conduite extérieure - la gaine - constitue une simple sécurité qui peut être soit tirée au vide et contrôlée, soit remplie de gaz ou de liquide pour former une couche protectrice.

Conduite métallique flexible : tuyauterie flexible de grande souplesse élastique. Elle comprend un flexible métallique, des raccords à chaque extrémité et souvent une tresse extérieure dans le cas des tuyaux flexibles onduleux.

Contrôles de réception : → Certificats de contrôle

Course, mouvement linéaire : Déplacement parallèle des deux extrémités d'un tuyau métallique monté à 180° au niveau du flexible.

7.6 Glossaire

Cycles, nombre de cycles : un cycle (une alternance de charge) est un mouvement isolé du flexible incluant son rappel dans sa position initiale. Le nombre de cycles est le nombre d'alternances de charge conduisant à un certain résultat (défaillance, fin d'utilisation, remplacement).

Débit de fuite : quantité de fluide d'essai s'écoulant par un orifice dans un laps de temps donné par suite d'une perte de charge. L'unité SI pour le débit de fuite est N m/s, l'unité usuelle est mbar l/s. Il existe une fuite avec - à titre d'exemple - un débit de fuite de 10⁻⁸ mbar l/s lorsque, dans un composant tiré au vide d'un volume de 1 litre, on constate une augmentation de pression de 1 mbar en 10⁹ secondes, c.-à-d. environ 3 ans. Cette fuite correspond à une porosité inférieure à 10⁻⁴ mm.

Désalignement angulaire : rapport entre les mouvements angulaires respectifs de chacune des extrémités d'une conduite flexible.

Désalignement axial : rapport entre le déplacement respectif de chacune des extrémités d'une conduite flexible en direction de l'axe du tuyau. Les flexibles métalliques tressés ne peuvent absorber les mouvements axiaux que dans une mesure très limitée.

Diamètre extérieur : désigne le diamètre extérieur des flexibles métalliques, mesuré au sommet du profil du tuyau (D) ou au niveau extérieur de la tresse (D1).

Diamètre intérieur : diamètre de la plus grande sphère pouvant passer dans le flexible.

Diamètre nominal (DN) : paramètre caractéristique des systèmes de tuyauterie. Sa valeur numérique correspond approximativement au diamètre intérieur en mm.

DN : → diamètre nominal

Documentation : → certificats de contrôle

Documents de contrôle : documentation des contrôles effectués et attestation des caractéristiques d'un composant.

Durée de vie : elle dépend des conditions de service et des sollicitations en mouvement. En sollicitation dynamique, la durée de vie désigne en général le nombre de cycles conduisant à la première fuite.

7.6 Glossaire

Facteur de température : → coefficient de réduction

Flanc d'onde : partie située entre le bord extérieur et le bord intérieur d'une onde. Les deux flancs d'une onde peuvent être parallèles ou obliques.

Géométrie de la section : en général ronde, ou éventuellement rectangulaire ou polygonale pour les tuyaux flexibles agrafés.

Hauteur de profil : écart entre les sommets extérieur et intérieur dans le sens radial du tuyau.

Isolation : les tuyaux flexibles HYDRA peuvent être livrés avec différents types d'isolation pour les applications spécifiques. Dans la plupart des cas, le client équipe lui-même les flexibles avec des bandages, des gaines d'isolation ou d'autres types d'isolation spécifique selon ses propres exigences. Il est alors impératif de ne pas employer de matériaux corrosifs.

Joint d'étanchéité : pour les raccords des tuyaux flexibles onduleux, on distingue principalement les raccords à joint d'étanchéité métallique, à joint plat et à étanchéité dans le filet. Il convient de sélectionner la connexion adaptée et, le cas échéant, le matériau d'étanchéité en fonction de l'application, en tenant compte de la résistance (Fluide, température) et de la possibilité de réutilisation.

Longueur courante de fabrication : les longueurs de fabrication mentionnées dans les tableaux correspondent à la longueur de production des flexibles, sans raccord.

Longueur de l'onde : distance entre deux ondes voisines, par ex. distance entre deux sommets extérieurs voisins dans le sens axial du tuyau.

Longueur libre du flexible : longueur d'une conduite flexible sans embouts ni raccords, ISO 10380 : longueur effective

Longueur neutre du flexible : longueur additionnelle de tuyau permettant de limiter le déplacement au niveau des raccords. Lors de la conception du flexible, la longueur neutre est additionnée à la longueur minimale nécessaire à l'absorption du mouvement. Les formules de calcul du manuel prennent en compte la longueur neutre du flexible lorsqu'elle est nécessaire.

7.6 Glossaire

Longueur nominale (LN) : → longueur totale

Longueur totale / longueur nominale (LN) : longueur de livraison admissible, c.-à-d. longueur de finition du flexible plus longueur des raccords.

Longueur ondulée / longueur brute du flexible : longueur de finition d'un flexible métallique (ZRL)

Mesure de la longueur ; longueur totale / longueur nominale (LN) : longueur de fabrication tolérée d'une conduite flexible, c.-à-d. longueur totale incluant la longueur des raccords. Généralement, la mesure s'effectue d'une soudure à l'autre, d'un joint à l'autre, etc. Longueur neutre du flexible : longueur additionnelle libre dont la fonction est de prohiber tout mouvement au niveau des raccords. Lors de la conception du flexible, la longueur neutre est additionnée à la longueur minimale nécessaire à l'absorption du mouvement. Les formules de calcul du manuel prennent en compte la longueur neutre du flexible lorsqu'elle est nécessaire.

Mouvement : déplacement relatif de chacune des extrémités d'une conduite flexible, l'une par rapport à l'autre. Par définition, les tuyaux flexibles onduleux sont conçus essentiellement pour les mouvements de flexion, c.-à-d. des mouvements angulaires ou latéraux. Le sens du mouvement et l'axe du tuyau doivent donc se trouver dans le même plan. Lorsque les amplitudes sont très faibles, par ex. en vibration, le flexible peut également absorber des mouvements dans tous les plans, par ex. dans le cas d'une installation en arc à 90° en absorption de vibrations.

Mouvement latéral : déplacement perpendiculaire à l'axe du tuyau.

Onde : plus petit élément fonctionnel d'un flexible onduleux, d'un soufflet onduleux ou d'un tuyau onduleux, dont le profil ondulé garantit à la fois la flexibilité ainsi que la résistance à la pression et à l'étanchéité.

Ondulation parallèle : structure d'ondes parallèles équidistantes dont le plan principal est perpendiculaire à l'axe du tuyau.

Pas de vis : distance entre deux ondes, par ex. écart d'un sommet à l'autre dans le sens axial du tuyau.

Pression : → pression d'éclatement, pression de service admissible

7.6 Glossaire

Pression d'éclatement : pression à laquelle un défaut d'étanchéité visible ou la rupture d'un composant signale la défaillance de la conduite flexible. Selon la norme DIN ISO 10380, la pression d'éclatement doit équivaloir au minimum à 4 fois la pression de service admissible.

Pression d'essai : surpression à laquelle une conduite flexible est soumise avant sa mise en service. Les conduites flexibles onduleuses HYDRA subissent des tests d'étanchéité et de résistance à la pression en usine avant livraison. La pression d'essai des conduites métalliques flexibles Witzenmann ne doit pas dépasser 1.5 x la pression nominale. Par convention, les conduites flexibles HYDRA sont testées à 10 bar.

PS: → pression de service admissible

Pression de service : → pression de service admissible (PS)

Pression de service admissible (PS) : selon la définition de la directive relative aux équipements sous pression (ici le flexible), pression de service maximale admissible en continu (ou éventuellement pression de calcul) en bar à la température de service TS min./max. admissible.

Pression nominale (PN) : indice adimensionnel usuel se rapportant à la pression. Les valeurs numériques de pression nominale données pour un composant indiquent la pression de service admissible en bar à 20 °C. Pour tous les types de tuyaux la pression de service admissible statique à 20°C SF4 correspond en substance à une pression nominale, même s'il faut la rapporter à une dimension. Particularité selon la norme ISO 10380 : les tuyauteries flexibles ont subi un test additionnel en PN en fonction du type. La pression d'éclatement, l'allongement sous pression et le nombre de cycles en fatigue ont été entre autres testés.

PN: → pression nominale

Point fixe: Fixation permettant l'installation d'une conduite sans déport et sans torsion en absorbant toutes les forces et couples, dus par ex. à la dilatation thermique, à la pression interne, à la rigidité ou au flux. L'utilisation de conduites métalliques flexibles ne nécessite que de légers points fixes. Leur rôle est de fixer la conduite flexible dans sa position de montage et d'empêcher la transmission de vibrations ou de mouvements.

7.6 Glossaire

Il convient de les placer sur la tuyauterie à proximité immédiate de l'extrémité de la conduite flexible.

Profil agrafé : profil de tuyau flexible agrafé formé de bandes métalliques serties.

Protection anti-flambage : il s'agit le plus souvent d'une gaine agrafée fixée dont la fonction est d'éviter une courbure inadmissible.

Protection contre l'abrasion : couche intermédiaire élastique entre le tuyau flexible onduleux et la tresse. Elle permet de réduire le frottement entre les sommets d'onde du tuyau et la tresse en sollicitation dynamique. Il en résulte une plus grande durée de vie.

Raccord : pièce assurant une connexion fonctionnelle entre le tuyau métallique flexible et une autre conduite ou dispositif. Le raccord d'un tuyau flexible est caractérisé par le type de connexion côté tuyau et côté raccordement. Dans la plupart des cas, les flexibles métalliques HYDRA sont livrés prêts au montage (conduites flexibles) avec les raccords (raccords à bride, raccords filetés, extrémités à souder, etc.) Les flexibles peuvent être munis de pratiquement n'importe quel raccord à souder, à braser ou à visser, sauf cas particuliers mentionnés dans les tableaux.

Raccord rapide : raccord composé de deux éléments d'accouplement (mâle, femelle) pour tuyauterie métallique flexible. Lors du raccordement, les deux éléments sont enfichés et peuvent être reliés entre eux au moyen de leviers à cames par ex.

Rayon de courbure : rayon de la courbe du tuyau par rapport à l'axe du tuyau. Les valeurs respectives sont mentionnées dans la fiche technique de chaque tuyau flexible métallique. Pour les conduites flexibles onduleuses, il faut distinguer le plus petit rayon de courbure admissible, le rayon de courbure minimum pour un mouvement unique et le rayon de courbure nominal pour les mouvements fréquents. Le rayon de courbure minimum ne doit être utilisé que dans le cas d'une sollicitation statique comme par ex. l'équilibrage du montage. Ne pas cintrer le tuyau plus de 4 à 5 fois avec ce rayon. Le rayon de courbure minimum correspond au rayon de courbure avec lequel les tuyaux flexibles agrafés peuvent être cintrés sans subir de déformation plastique.

Rayon de courbure minimum : → rayon de courbure

7.6 Glossaire

Rayon de courbure nominal : → rayon de courbure

Section effective : section transversale qui détermine la force de pression axiale en pression intérieure ou extérieure et qui correspond approximativement à la surface du diamètre moyen de l'ondulation.

Sollicitation en pression intérieure : sollicitation en pression normale qui s'exerce sur la surface intérieure du flexible.

Soufflet métallique : élément de tuyauterie ou de construction mécanique, flexible et court, en métal. Le profil de sa paroi lui confère une grande expansibilité et flexibilité. Les quatre versions de base sont : le soufflet onduleux, le soufflet à diaphragmes, le soufflet à lentille et le soufflet torique.

Spire en fil rond : protection extérieure additionnelle contre l'abrasion dans le cas de conditions de service rudes.

Température de service : → température de service admissible (TS)

Température de service admissible (TS) : selon la définition de la directive relative aux équipements sous pression, température de service min./max. admissible en continu (ou éventuellement température de calcul) en °C pour la pression de service (PS) maximale admissible.

Torsion : torsion d'un tuyau métallique flexible autour de son axe longitudinal. La torsion est à l'origine d'une diminution considérable de la durée de vie des tuyauteries flexibles métalliques. Il est donc impératif de veiller à ce que les conduites flexibles soient installées sans torsion et qu'elles ne soient pas sollicitées en torsion en service.

Tresse : tressage circulaire d'un ou de plusieurs fils placé sur l'extérieur d'un flexible métallique. La tresse est reliée de chaque côté aux raccords de manière à éviter un allongement du flexible dû à la pression interne.

Tressage : tressage circulaire d'un ou de plusieurs fils placé sur l'extérieur d'un flexible métallique. La tresse est fixée de chaque côté aux raccords de manière à éviter un allongement du flexible dû à la pression interne.

7.6 Glossaire

TS : → température de service admissible

Tuyau double : → tuyau sous gaine

Tuyau flexible double agrafage (profil agrafé) : flexible métallique dont les spires se recouvrent et s'engrènent librement en formant des pliures au niveau du bord des bandes. Ces profils présentent généralement une étanchéité métallique et sont confectionnés sans fil d'étanchéité.

Tuyau flexible agrafé : flexible métallique formé d'une bande métallique profilée et enroulé en hélice. Les deux versions de base sont : le flexible à profil en crochet et le flexible à profil plié / agrafé.

Tuyau flexible agrafé à profil en crochet : flexible métallique dont les spires se recouvrent et s'engrènent librement en formant des crochets au niveau du bord des bandes. Si une plus grande étanchéité est requise, un fil d'étanchéité peut être enroulé dans la spire.

Tuyau flexible annelé : tuyau flexible onduleux à ondes en forme d'anneaux parallèles.

Tuyau flexible annelé hélicoïdal : tuyau flexible onduleux à ondes en hélice.

Tuyau flexible onduleux : flexible métallique résistant à la pression dont les parois présentent un profil ondulé. L'élasticité des flancs du tuyau confère au tuyau flexible onduleux une grande souplesse élastique. Les deux versions de base sont : le tuyau flexible annelé et le tuyau flexible annelé hélicoïdal.

Tuyau métallique flexible : élément flexible d'une conduite métallique. Sa grande flexibilité élastique résulte du profil de sa paroi. Les deux versions de base sont : le tuyau flexible agrafé et le tuyau flexible onduleux.

Tuyau résistant à la pression : → flexible résistant à la pression → tuyau flexible onduleux

Variations de pression / Pulsations : elles peuvent provoquer une fatigue pouvant diminuer considérablement la durée de vie d'un flexible métallique.

7.7 Spécification technique des besoins

Si aucune précision n'est donnée à la commande quant au fluide et aux conditions de service, nous partons du principe qu'il s'agit d'une tuyauterie flexible conforme aux règles de l'art en usage suivant la directive relative aux équipements sous pression.

Spécification pour conduites métalliques flexibles HYDRA			
Position			
Quantité			
Désignation du type de tuyau / tresse			
Matériau	Tuyau métallique flexible		
	Tresse		
Diamètre nominal DN			
Longueur nominale			
Désignation du type de raccords ou dimensions			
Fluide			
Pression (bar)	Pression de service		
	<input type="checkbox"/> intérieure <input type="checkbox"/> constante <input type="checkbox"/> Pression de calcul (évtl.) <input type="checkbox"/> extérieure <input type="checkbox"/> intermittente <input type="checkbox"/> Pression d'essai		
Température de service en °C			
Mouvement	Type et amplitude		
	Nombres de cycles		
Géométrie de montage	90° / 180° / droit		
Influences extérieures	Sollicitation mécan. / chim.		
	autres		
Vibrations	Ampl. (mm) / Fréquence (Hz)		
	Direction		
Procédure de réception / Certificats			
Tuyau / Tresse / Raccords / Essai de pression			
Remarques			

7.7 Spécification technique des besoins

