

Information technique

Proline Promass 40E

Débitmètre massique Coriolis

Le débitmètre massique avec fonctionnalité de base économique – l'alternative aux débitmètres volumiques traditionnels



Domaine d'application

Le principe de mesure Coriolis est indépendant de propriétés physiques comme la viscosité et la masse volumique.

- Mesure hautement précise de liquides et gaz par ex. d'additifs, d'huiles, de graisses, d'acides, de bases, de vernis, de colorants, de suspensions et de gaz.
- Températures du produit jusqu'à +125 °C
- Pressions de process jusqu'à 100 bar
- Mesure de débit massique jusqu'à 70 t/h

Agréments pour zones explosibles :

- ATEX, FM, CSA, TIIS, IECEx, NEPSI

Agréments dans les secteurs agro-alimentaire/hygiène :

- 3A

Liaison à un système numérique de contrôle commande :

- HART

Principaux aspects sécurité :

- Directive des équipements sous pression (DGRL)

Principaux avantages

Les appareils de mesure Promass vous permettent d'enregistrer, pendant vos mesures, différentes variables de process (masse/volume/volume normé) dans différentes conditions.

Les **transmetteurs Proline** vous offrent :

- Concept d'appareil et de configuration modulaire ayant une bonne rentabilité

Les **capteurs Promass**, éprouvés sur plus de 100000 applications, offrent les avantages suivants :

- Mesure de débit en design compact
- Insensibilité aux vibrations grâce à un système deux tubes équilibré
- Protection efficace contre les forces engendrées par la conduite grâce à une construction robuste
- Montage simple sans prise en compte de sections d'entrée et de sortie

Sommaire

Principe de fonctionnement et construction	3	Construction	14
Principe de mesure	3	Construction, dimensions	14
Ensemble de mesure	3	Disque d'éclatement dans le boîtier du capteur (en option)	21
Grandeurs d'entrée	4	Poids	22
Grandeur de mesure	4	Matériaux	22
Gammes de mesure	4	Courbes de contrainte des matériaux	22
Dynamique de mesure	4	Raccords process	24
Signal d'entrée	4	Niveau de programmation et d'affichage	25
Grandeurs de sortie	5	Éléments d'affichage	25
Signal de sortie	5	Commande à distance	25
Signal de défaut	5	Certificats et agréments	25
Charge	5	Marquage CE	25
Suppression des débits de fuite	5	Marque C-Tick	25
Séparation galvanique	5	Agrément Ex	25
Sortie commutation	5	Compatibilité alimentaire	25
Energie auxiliaire	5	Normes et directives externes	25
Raccordement électrique unité de mesure	5	Directive équipements sous pression	25
Raccordement électrique occupation des bornes	6	Informations à la commande	26
Tension d'alimentation	6	Accessoires	26
Entrées de câble	6	Documentation complémentaire	26
Consommation	6	Marques déposées	26
Coupure de l'alimentation	6		
Compensation de potentiel	6		
Précision de mesure	6		
Conditions de référence	6		
Ecart de mesure maximal	6		
Reproductibilité	7		
Effet de la température du produit	7		
Effet de la pression du produit	7		
Conditions d'utilisation : Montage	8		
Conseils d'implantation	8		
Longueurs droites d'entrée et sortie	11		
Pression du système	11		
Conditions d'utilisation : Environnement	12		
Température ambiante	12		
Température de stockage	12		
Protection	12		
Résistance aux chocs	12		
Résistance aux vibrations	12		
Compatibilité électromagnétique (CEM)	12		
Conditions d'utilisation : Process	12		
Gamme de température du produit	12		
Gamme de pression du produit (pression nominale)	12		
Disque d'éclatement dans le boîtier du capteur (en option)	12		
Seuil de débit	12		
Perte de charge	13		

Principe de fonctionnement et construction

Principe de mesure

La mesure repose sur le principe de la force de Coriolis. Cette force est générée lorsqu'un système est simultanément soumis à des mouvements de translation et de rotation.

$$F_C = 2 \cdot \Delta m (v \cdot \omega)$$

F_C = force de Coriolis

Δm = masse déplacée

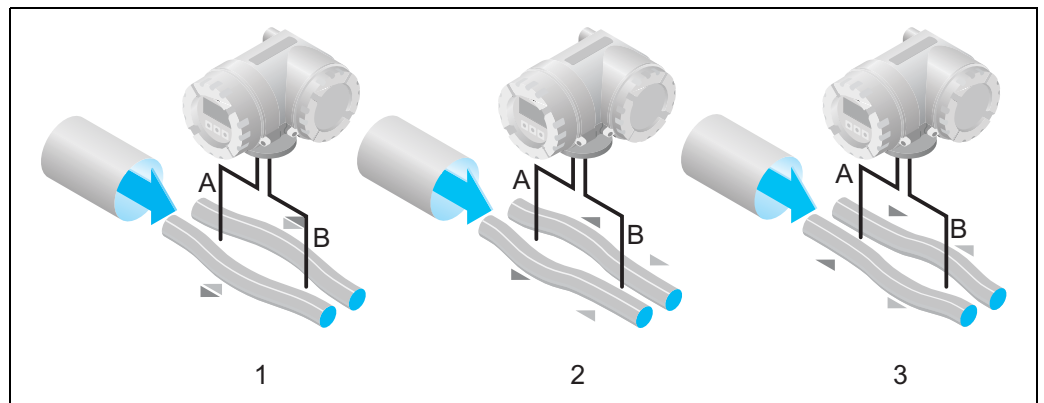
ω = vitesse de rotation

v = vitesse radiale dans des systèmes en rotation ou en oscillation

La force de Coriolis dépend de la masse déplacée Δm , de sa vitesse dans le système, donc du débit massique. Le Promass exploite une oscillation à la place d'une vitesse de rotation constante ω .

Dans le cas du capteur, deux tubes de mesure parallèles en opposition de phase traversés par le produit sont mis en vibration, formant une sorte de diapason. Les forces de Coriolis prenant naissance aux tubes de mesure engendrent un décalage de phase de l'oscillation des tubes (voir figure) :

- Lorsque le débit est nul, c'est à dire qu'il n'y a pas d'écoulement, les deux tubes oscillent en phase (1).
- Lorsqu'il y a un débit massique, l'oscillation des tubes est temporisée à l'entrée (2) et accélérée en sortie (3).



Le déphasage (A - B) est directement proportionnel au débit massique. Les oscillations des tubes de mesure sont captées par des capteurs électrodynamiques à l'entrée et à la sortie. L'équilibre du système est obtenu par une oscillation en opposition de phase des deux tubes de mesure. Le principe de mesure fonctionne normalement indépendamment de la température, de la pression, de la viscosité, de la conductivité et du profil d'écoulement.

Mesure volumique

Les tubes de mesure sont toujours amenés à leur fréquence de résonance. Un changement de masse et donc de masse volumique du système oscillant (tubes de mesure et produit) engendre une régulation automatique de la fréquence d'oscillation. La fréquence de résonance est ainsi fonction de la masse volumique du produit. Le débit volumique peut ainsi être calculé au moyen du débit massique et de la masse volumique.

Pour la compensation mathématique des effets thermiques, on mesure la température aux tubes de mesure.

Ensemble de mesure

L'ensemble de mesure comprend le transmetteur et le capteur (version compacte) :

- Transmetteur Promass 40
- Capteur Promass E (DN 8...50)

Grandeurs d'entrée

Grandeur de mesure

- Débit massique (proportionnel à la différence de phase de deux capteurs montés sur le tube de mesure, qui enregistrent les différences de profil des oscillations du tube en présence d'un débit).
- Débit volumique (déterminé à partir du débit massique et de la masse volumique du produit, qui est proportionnelle à la fréquence de résonance des tubes de mesure).
- Température du produit (via sondes de température) pour la compensation mathématique des effets thermiques.

Gammes de mesure

Gammes de mesure pour liquides

DN	Gamme pour valeurs finales (liquides) $\dot{m}_{\min(F)} \dots \dot{m}_{\max(F)}$
8	0...2000 kg/h
15	0...6500 kg/h
25	0...18000 kg/h
40	0...45000 kg/h
50	0...70000 kg/h

Gammes de mesure pour gaz

Les valeurs de fin d'échelle dépendent de la masse volumique du gaz utilisé. Vous pouvez calculer les valeurs de fin d'échelle avec la formule suivante :

$$\dot{m}_{\max(G)} = \dot{m}_{\max(F)} \cdot \rho_{(G)} \div 320 \text{ [kg/m}^3\text{]}$$

$$\dot{m}_{\max(G)} = \text{fin d'échelle max. pour gaz [kg/h]}$$

$$\dot{m}_{\max(F)} = \text{fin d'échelle max. pour liquide [kg/h]}$$

$$\rho_{(G)} = \text{masse volumique du gaz en [kg/m}^3\text{] sous conditions de process}$$

Sachant que $\dot{m}_{\max(G)}$ ne peut jamais dépasser $\dot{m}_{\max(F)}$

Exemple de calcul pour gaz :

- Appareil de mesure : Promass E, DN 50
- Gaz : air avec une masse volumique de 60,3 kg/m³ (à 20 °C et 50 bar)
- Gamme de mesure (liquide) : 70000 kg/h

Valeur de fin d'échelle possible :

$$\dot{m}_{\max(G)} = \dot{m}_{\max(F)} \cdot \rho_{(G)} \div 320 \text{ [kg/m}^3\text{]} = 70000 \text{ kg/h} \cdot 60,3 \text{ kg/m}^3 \div 320 \text{ kg/m}^3 = 13190 \text{ kg/h}$$

Valeurs de fin d'échelle recommandées

voir indications au chapitre "Limites de débit" → page 12 et suiv.

Dynamique de mesure

Les débits supérieurs à la valeur de fin d'échelle réglée ne surchargent pas l'ampli, c'est-à-dire le débit totalisé est mesuré correctement.

Signal d'entrée

Entrée état (entrée auxiliaire) :

U = 3...30 V DC, R_i = 5 kΩ, séparation galvanique.

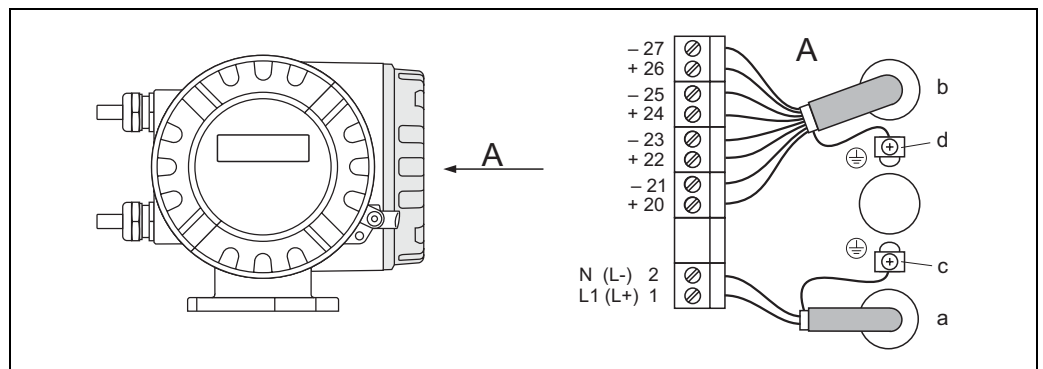
Configurable pour : remise à zéro du totalisateur, suppression de la mesure, remise à zéro de messages erreur, démarrage de l'étalonnage du zéro.

Grandeurs de sortie

Signal de sortie	<p>Sortie courant :</p> <p>active/passive au choix, séparation galvanique, constante de temps au choix (0,05...100 s), fin d'échelle réglable, coefficient de température : typ. 0,005% de F.E./°C; résolution : 0,5 μA</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ active : 0/4...20 mA, $R_L < 700 \Omega$ (pour HART : $R_L \geq 250 \Omega$) ■ passive : 4...20 mA; tension d'alimentation U_S 18...30 V DC; $R_i \geq 150 \Omega$ <p>Sortie impulsion / fréquence :</p> <p>passive, collecteur ouvert, 30 V DC, 250 mA, séparation galvanique.</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ Sortie fréquence : fréquence finale 2...1000 Hz ($f_{max} = 1250$ Hz), rapport impulsion/pause 1:1, durée des impulsions max. 10 s ■ Sortie impulsion : valeur et polarité des impulsions au choix, durée des impulsions réglable (0,5...2000 ms)
Signal de défaut	<p><i>Sortie courant :</i></p> <p>Mode défaut au choix (p. ex. selon recommandation NAMUR NE 43)</p> <p><i>Sortie impulsion / fréquence :</i></p> <p>Mode défaut au choix</p> <p><i>Sortie relais :</i></p> <p>"sans tension" en cas de défaut ou de coupure de l'alimentation</p>
Charge	voir "signal de sortie"
Suppression des débits de fuite	Points de commutation pour suppression de débits de fuite librement réglables
Séparation galvanique	Tous les circuits pour les entrées, sorties et l'alimentation sont galvaniquement séparés entre eux.
Sortie commutation	<p>Sortie état :</p> <p>collecteur ouvert, 30 V DC/250 mA, séparation galvanique.</p> <p>Configurable pour : messages erreurs, détection présence produit (DPP), sens d'écoulement, seuils</p>

Energie auxiliaire

Raccordement électrique unité de mesure



Raccordement du transmetteur, section de câble max. 2,5 mm²

- a Câble pour l'énergie auxiliaire : 85...260 V AC, 20...55 V AC, 16...62 V DC
Borne n°1 : L1 pour AC, L+ pour DC
Borne n°2 : N pour AC, L- pour DC
- b Câble de signal : voir occupation des bornes → page 6
- c Borne pour fil de terre
- d Borne de terre blindage du câble de signal

**Raccordement électrique
occupation des bornes**

Variante de commande	Borne n° (entrées/sorties)			
	20 (+) / 21 (-)	22 (+) / 23 (-)	24 (+) / 25 (-)	26 (+) / 27 (-)
40***_*****A	-	-	Sortie fréquence	Sortie courant, HART
40***_*****D	Entrée état	Sortie état	Sortie fréquence	Sortie courant, HART
40***_*****S	-	-	Sortie fréquence Ex i, passive	Sortie courant Ex i active, HART
40***_*****T	-	-	Sortie fréquence Ex i, passive	Sortie courant Ex i passive, HART

Tension d'alimentation 85...260 V AC, 45...65 Hz
20...55 V AC, 45...65 Hz
16...62 V DC

Entrées de câble *Câble d'alimentation et de signal (entrées/sorties) :*

- Entrée de câble M20 × 1,5 (8...12 mm)
- Filetage pour entrées de câble, ½" NPT, G ½"

Consommation AC : <15 VA (y compris capteur)
DC : <15 W (y compris capteur)

Courant de marche

- max. 13,5 A (< 50 ms) pour 24 V DC
- max. 3 A (< 5 ms) bei 260 V AC

Coupage de l'alimentation Pontage de min. 1 période

- EEPROM sauvegarde les données du système de mesure en cas de coupure de l'alimentation.
- HistoROM/S-DAT: mémoire de données interchangeable avec données nominales du capteur (diamètre nominal, facteur d'étalonnage, zéro etc.)

Compensation de potentiel Des mesures spéciales pour la compensation de potentiel ne sont pas nécessaires. Pour les appareils destinés aux zones explosibles il convient de tenir compte des indications spéciales figurant dans les documentations Ex spécifiques.

Précision de mesure

Conditions de référence *Tolérances selon ISO/DIS 11631 :*

- 20...30 °C
- 2...4 bar
- Bancs d'étalonnage rattachés à des normes nationales
- Zéro étalonné en conditions de service
- Etalonnage de masse volumique effectué sur le terrain

Ecart de mesure maximal Les valeurs indiquées se rapportent à la sortie impulsion/fréquence correspondante. L'écart de mesure pour la sortie courant est en outre de typ. ±5 µA.

de m = de la valeur mesurée momentanée

Débit massique (liquide)

±0,5% ± [(stabilité du zéro ÷ valeur mesurée) · 100]% de m.

Débit massique (gaz)

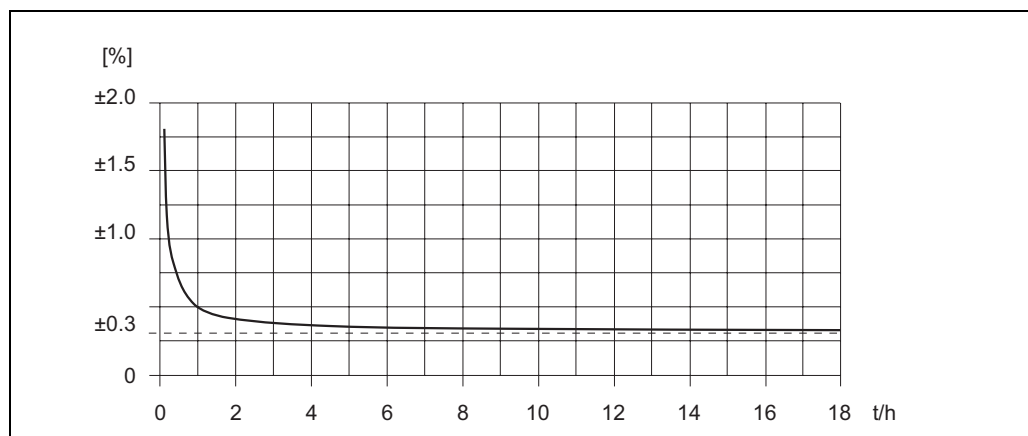
±1,0% ± [(stabilité du zéro ÷ valeur mesurée) · 100]% de m.

Débit volumique (liquide) :

±0,7% ± [(stabilité du zéro ÷ valeur mesurée) · 100]% de m.

Stabilité du zéro :

DN	Valeur de fin d'échelle max.	Stabilité du zéro
	[kg/h]	[kg/h]
8	2000	0,20
15	6500	0,65
25	18000	1,8
40	45000	4,5
50	70000	7,0

Exemple de calcul

Erreur max. en % de la valeur mesurée (exemple : Promass 40E / DN 25)

Exemple de calcul (débit massique liquide) :

Donnée : Promass 40 E / DN 25, valeur mesurée débit = 8000 kg/h

Ecart de mesure max. : $\pm 0,5\% \pm [(stabilité\ du\ zéro \div valeur\ mesurée) \cdot 100]\%$ de m.

Ecart de mesure max. : $\pm 0,5\% \pm 1,8\ kg/h \div 8000\ kg/h \cdot 100\% = \pm 0,523\%$

Reproductibilité**Débit massique (liquide) :**

$\pm 0,25\% \pm [\frac{1}{2} \cdot (stabilité\ du\ zéro \div valeur\ mesurée) \cdot 100]\%$ de m.

Débit massique (gaz) :

$\pm 0,5\% \pm [\frac{1}{2} \cdot (stabilité\ du\ zéro \div valeur\ mesurée) \cdot 100]\%$ de m.

Débit volumique (liquide)

$\pm 0,35\% \pm [\frac{1}{2} \cdot (stabilité\ du\ zéro \div valeur\ mesurée) \cdot 100]\%$ de m.

de m. = de la valeur mesurée momentanée

Stabilité du zéro : voir "Ecart de mesure max." → page 6 et suiv.

Exemple de calcul (débit massique liquide) :

Donnée : Promass 40E / DN 25, valeur mesurée débit = 8000 kg/h

Reproductibilité : $\pm 0,25\% \pm [\frac{1}{2} \cdot (stabilité\ du\ zéro \div valeur\ mesurée) \cdot 100]\%$ de m.

Reproductibilité : $\pm 0,25\% \pm \frac{1}{2} \cdot 1,8\ kg/h \div 8000\ kg/h \cdot 100\% = \pm 0,261\%$

Effet de la température du produit

Pour une différence entre la température au point zéro et la température de process, l'écart de mesure des capteurs Promass est typ. de $\pm 0,0003\%$ de la fin d'échelle / °C.

Effet de la pression du produit

L'effet d'une différence entre pression d'étalonnage et pression de process sur l'écart de mesure dans le cas d'un débit massique est négligeable pour les DN 8...40.

Pour DN 50 l'effet est de $-0,009\%$ de m. / bar (de m. = de la mesure).

Conditions d'utilisation : Montage

Conseils d'implantation

Tenir compte des points suivants :

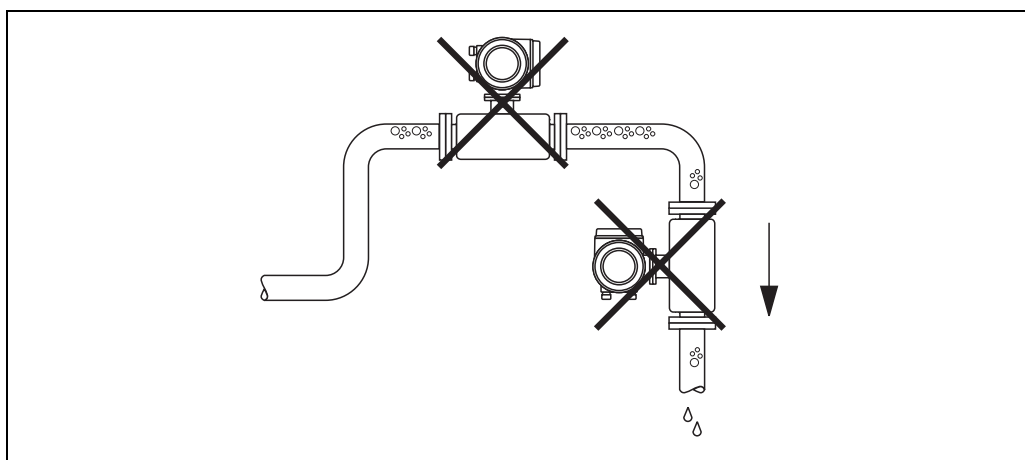
- En principe, il n'est pas nécessaire de prendre des mesures particulières au moment du montage (par ex. support). Les forces externes sont compensées par la construction de l'appareil.
- Les vibrations de l'installation n'ont aucune influence sur le fonctionnement du débitmètre grâce à la fréquence de résonance élevée des tubes de mesure.
- Lors du montage il n'est pas nécessaire de tenir compte d'éléments générateurs de turbulences (vannes, coudes, T etc) tant qu'il n'y a pas de cavitation .

Point de montage

La formation de bulles d'air ou de gaz dans le tube de mesure génère des erreurs de mesures fréquentes.

Eviter de ce fait un montage aux points suivants dans la conduite :

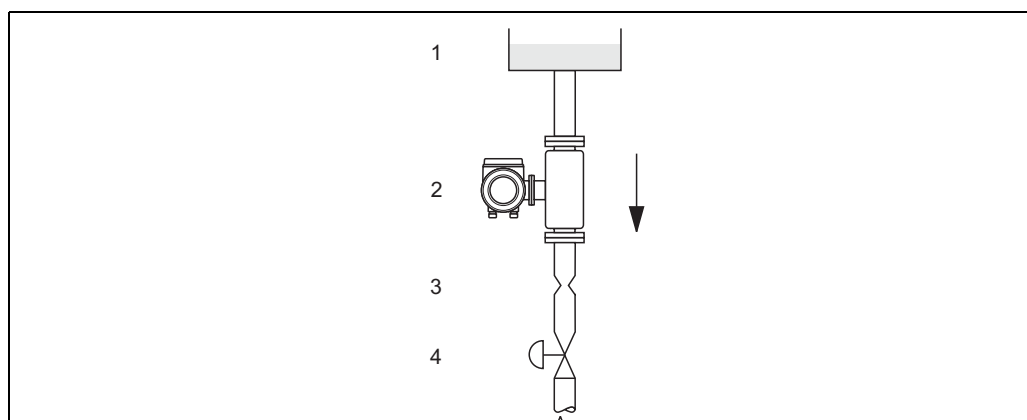
- Pas d'installation au plus haut point d'une conduite. Risque de formation de bulles d'air !
- Pas d'installation immédiatement avant une sortie de conduite dans un écoulement gravitaire.



a0003605

Point de montage

Le conseil d'installation représenté dans la suite permet cependant le montage dans un écoulement gravitaire ouvert. Les restrictions ou la mise en place d'une vanne de section inférieure au diamètre nominal évitent le fonctionnement à vide du capteur pendant la mesure.



a0003597

Montage dans un écoulement gravitaire (par ex. en dosage)

1 = cuve de stockage, 2 = capteur, 3 = diaphragme, restriction (voir tableau), 4 = vanne, 5 = réservoir de dosage

DN	8	15	25	40	50
Ø diaphragme, restriction [mm]	6	10	14	22	28

Implantation

Veillez-vous assurer que le sens de la flèche sur la plaque signalétique du capteur corresponde au sens d'écoulement (sens de passage du fluide dans la conduite).

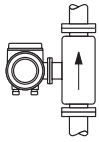

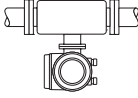
Verticale (vue V)

Implantation recommandée avec sens d'écoulement vers le haut. Dans le cas d'un produit au repos, les particules solides se déposent et les bulles de gaz remontent en dehors de la section du tube de mesure. Les tubes de mesure peuvent ainsi être entièrement vidangés et protégés contre les dépôts.

Horizontale (vues H1, H2)

Les tubes de mesure doivent être horizontaux et côte à côte. Lorsque l'installation est correcte, le boîtier du transmetteur est placé en amont ou en aval de la conduite (vue H1/H2). Eviter de monter le boîtier dans le même plan horizontal que la conduite

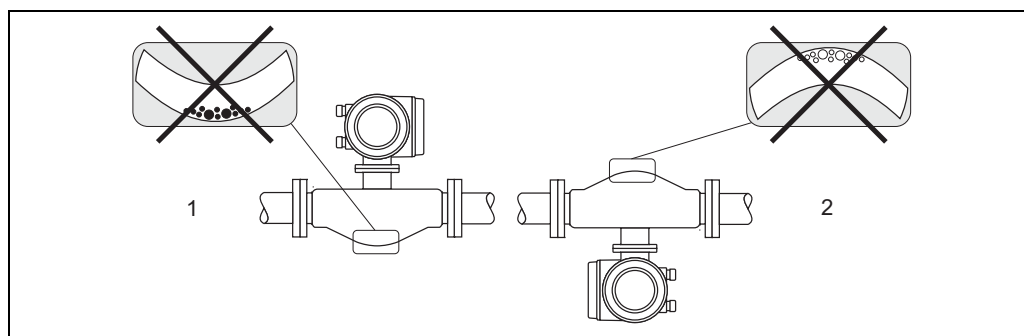
Tenir compte des conseils de montage particuliers !→ page 10

		Standard, compact
Fig. V : Implantation verticale		✓✓
Fig. H1 : Implantation horizontale Tête de transmetteur en haut		✓✓
Fig. H2 : Implantation horizontale Tête de transmetteur en bas		✓✓ ①
✓✓= implantation recommandée ✓ = implantation possible sous certaines conditions ✗= implantation interdite		

① = Afin de garantir que la température ambiante max. admissible au transmetteur soit respectée (-20...+60 °C, en option -40...+60 °C), nous recommandons pour les produits à faible température une implantation horizontale avec tête de transmetteur en haut (fig. H1) ou une implantation verticale (fig. V).

Conseils d'implantation particuliers**Attention !**

Avec un tube de mesure courbé et une implantation horizontale, il convient d'adapter la position du capteur aux propriétés du produit !

*Montage horizontal pour capteurs avec tube de mesure courbé*

- 1 Pas approprié pour les produits chargés en solides. Risque de formation de dépôts !
- 2 Pas approprié pour les produits ayant tendance à dégazer. Risque de formation de bulles d'air !

Étalonnage du zéro

Tous les appareils Promass sont étalonnés d'après les derniers progrès techniques. Le point zéro ainsi déterminé est gravé sur la plaque signalétique.

L'étalonnage se fait sous conditions de référence. → page 6 et suiv.

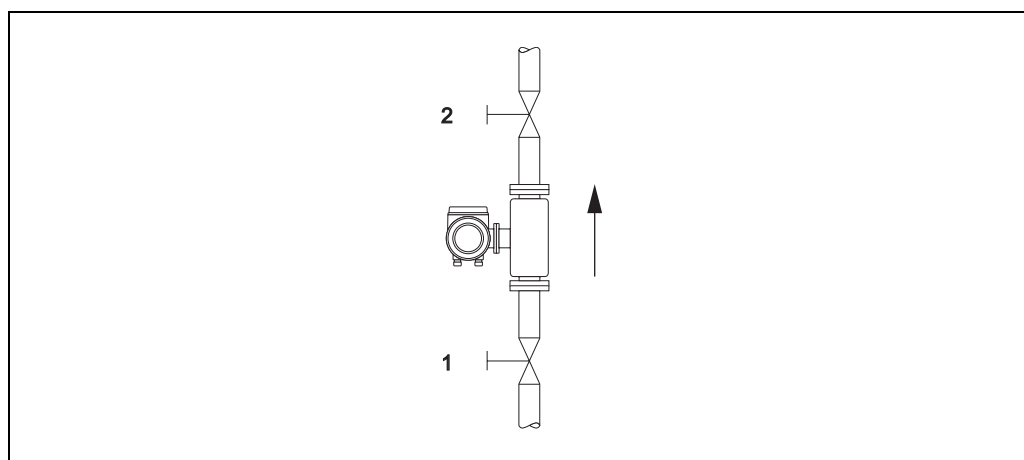
Un étalonnage du zéro n'est de ce fait **pas** nécessaire pour Promass !

Un étalonnage du zéro est seulement recommandé dans certains cas spéciaux :

- lorsqu'une précision élevée est exigée ou en cas de très faibles débits
- en cas de conditions de process ou de service extrêmes, par ex. avec des températures de process ou une viscosité très élevées du produit.

Tenir compte des points suivants, avant de procéder à l'étalonnage :

- L'étalonnage peut seulement être effectué sur des produits sans particules solides ou bulles de gaz.
- L'étalonnage du zéro est effectué avec des tubes de mesure entièrement remplis et en présence d'un débit ($v = 0 \text{ m/s}$). Pour ce faire on peut prévoir des vannes de fermeture avant ou après le capteur, ou utiliser des vannes déjà existantes.
 - Mode mesure normal → Vannes 1 et 2 ouvertes
 - Etalonnage du zéro *avec* pression de pompe → Vanne 1 ouverte / Vanne 2 fermée
 - Etalonnage du zéro *sans* pression de pompe → Vanne 1 fermée / Vanne 2 ouverte

*Étalonnage du zéro et vannes de fermeture*

Chauffage

Pour certains produits, il faut veiller à éviter toute déperdition thermique dans la zone du capteur. Le chauffage pourra être électrique, par ex. avec des bandeaux chauffants, ou assuré par des conduites en cuivre véhiculant de l'eau ou de la vapeur chaude.



Attention !

- Lors de l'utilisation d'un chauffage d'appoint électrique, dont la régulation est effectuée par un réglage par train d'ondes ou via des paquets d'impulsions, on pourra avoir en raison des champs magnétiques apparus (c'est à dire pour des valeurs supérieures à celles admises par la norme EN (Sinus 30 A/m)), une influence des valeurs mesurées. Dans de tels cas il est nécessaire de procéder à un blindage magnétique du capteur. Le blindage de l'enceinte de confinement peut être effectué au moyen de tôle ou de tôle magnétique à grains non orientés (par ex. V330-35A) aux propriétés suivantes :
 - Perméabilité magnétique relative $\mu_r \geq 300$
 - Epaisseur de tôle $d \geq 0,35$ mm
- Indications relatives aux gammes de température → page 12

Des enveloppes de réchauffement spéciales disponibles comme accessoires auprès d'Endress+Hauser sont livrables pour les capteurs.

Longueurs droites d'entrée et sortie

Il n'est pas nécessaire de respecter des longueurs droites d'entrée et de sortie lors du montage.

Pression du système


Il faut impérativement éviter la cavitation car elle peut influencer l'oscillation du tube de mesure. Il n'y a pas de précautions particulières à prendre lorsque les caractéristiques du produit à mesurer sont similaires à celles de l'eau.

Dans le cas de liquides ayant un point d'ébullition très bas (hydrocarbures, solvants, gaz liquéfiés) ou en présence d'une pompe aspirante, il faut veiller à maintenir une pression supérieure à la pression de vapeur et à éviter que le liquide ne commence à bouillir. De même, il faut éviter le dégazage dans les tubes de mesure. Une pression du système suffisamment élevée permet d'éviter de tels effets.

Il convient de ce fait de préférer les points de montage suivants :

- du côté refoulement de pompes (pas de risque de dépression)
- au point le plus bas d'une colonne montante

Conditions d'utilisation : Environnement

Température ambiante	Standard : -20...+60 °C (capteur, transmetteur) En option : -40...+60 °C (capteur, transmetteur)
	Remarque ! <ul style="list-style-type: none"> ■ Monter l'appareil à un endroit ombragé. Eviter un rayonnement solaire direct, notamment dans les zones climatiques chaudes. ■ Pour des températures ambiantes inférieures à -20 °C la lisibilité de l'affichage peut être compromise.
Température de stockage	-40...+80 °C, de préférence à +20 °C
Protection	En standard : IP 67 (NEMA 4X) pour capteur et transmetteur
Résistance aux chocs	selon CEI 68-2-31
Résistance aux vibrations	Accélération jusqu'à 1g, 10...150 Hz selon CEI 68-2-6
Compatibilité électromagnétique (CEM)	Selon CEI/EN 61326/A1 et recommandation NAMUR NE 21

Conditions d'utilisation : Process

Gamme de température du produit	Capteur -40...+125 °C
Gamme de pression du produit (pression nominale)	Brides : DIN PN 40...100 / ASME B16.5 Cl 150, Cl 300, Cl 600 / JIS 10K, 20K, 40K, 63K Enceinte de confinement : Le capteur Promass E ne possède pas d'enceinte de confinement.
Disque d'éclatement dans le boîtier du capteur (en option)	Le boîtier du capteur sert à protéger l'électronique et la mécanique, il est rempli d'azote sec. Le boîtier de ce capteur sert en outre d'enceinte de confinement. Pour le boîtier on peut indiquer 15 bar comme valeur de référence pour la résistance à la pression. Afin d'augmenter la sécurité il est possible d'utiliser une version avec disque d'éclatement (pression de déclenchement 10...15 bar) qui peut être commandée séparément comme option. Autres informations → page 21.
Seuil de débit	Voir indications au chapitre "Gamme de mesure" → page 4 Le diamètre nominal approprié est déterminé par une optimisation entre débit et chute de pression admissible. Un aperçu des valeurs de fin d'échelle max. possibles se trouve au chapitre "Gamme de mesure". <ul style="list-style-type: none"> ■ La valeur de fin d'échelle minimale recommandée est de 1/20 de la valeur de fin d'échelle max. ■ Pour les applications les plus courantes, on peut considérer que 20...50 % de la fin d'échelle maximale est une valeur idéale. ■ Dans le cas de produits abrasifs, par ex. les liquides chargés en particules solides, il faudra opter pour une valeur de fin d'échelle plus faible (vitesse d'écoulement < 1 m/s). ■ Dans le cas de mesures de gaz : <ul style="list-style-type: none"> - La vitesse d'écoulement dans les tubes de mesure ne devrait pas dépasser la moitié de la vitesse du son (0,5 Mach). - Le débit massique max. dépend de la masse volumique du gaz : Formule → page 4

Perte de charge

La perte de charge dépend des propriétés du produit et du débit existant. Elle pourra être calculée pour les liquides par approximation à l'aide des formules suivantes :

Nombre de Reynolds	$Re = \frac{2 \cdot \dot{m}}{\pi \cdot d \cdot \nu \cdot \rho}$	a0004623
Re ≥ 2300 *	$\Delta p = K \cdot \nu^{0.25} \cdot \dot{m}^{1.85} \cdot \rho^{-0.86}$	a0004626
Re < 2300	$\Delta p = K1 \cdot \nu \cdot \dot{m} + \frac{K2 \cdot \nu^{0.25} \cdot \dot{m}^2}{\rho}$	a0004628
<p>Δp = perte de charge [mbar] ρ = masse volumique du produit [kg/m³] ν = viscosité cinématique [m²/s] d = diamètre intérieur des tubes de mesure [m] ṁ = débit massique [kg/s] K...K2 = constantes (en fonction du diamètre nominal)</p> <p>* Pour les gaz, il convient d'utiliser pour le calcul de la perte de charge en principe la formule pour Re ≥ 2300.</p>		

Coefficients des pertes de charge pour Promass E

DN	d[m]	K	K1	K2
8	5,35 · 10 ⁻³	5,70 · 10 ⁷	7,91 · 10 ⁷	2,10 · 10 ⁷
15	8,30 · 10 ⁻³	7,62 · 10 ⁶	1,73 · 10 ⁷	2,13 · 10 ⁶
25	12,00 · 10 ⁻³	1,89 · 10 ⁶	4,66 · 10 ⁶	6,11 · 10 ⁵
40	17,60 · 10 ⁻³	4,42 · 10 ⁵	1,35 · 10 ⁶	1,38 · 10 ⁵
50	26,00 · 10 ⁻³	8,54 · 10 ⁴	4,02 · 10 ⁵	2,31 · 10 ⁴

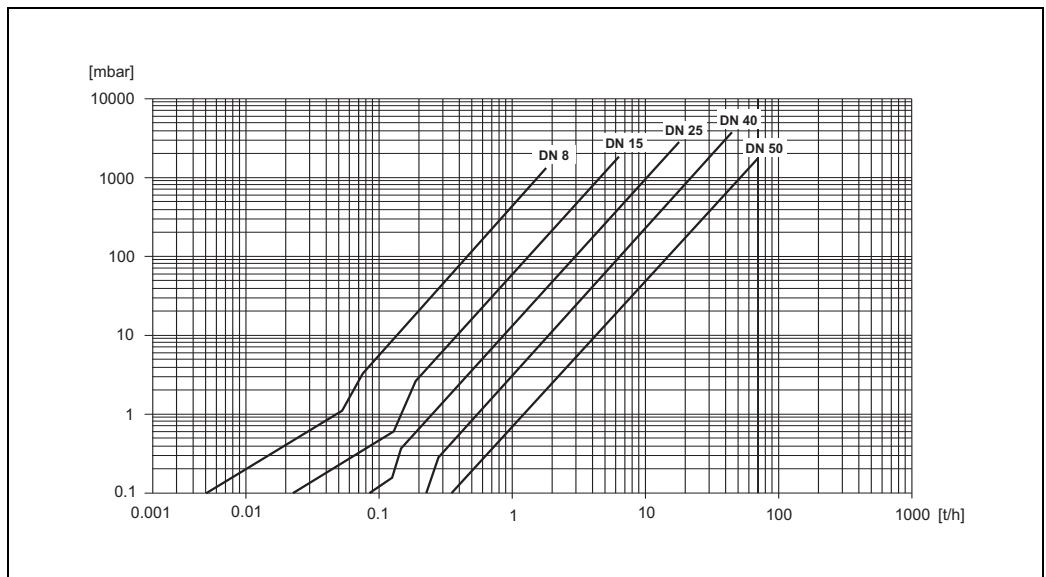


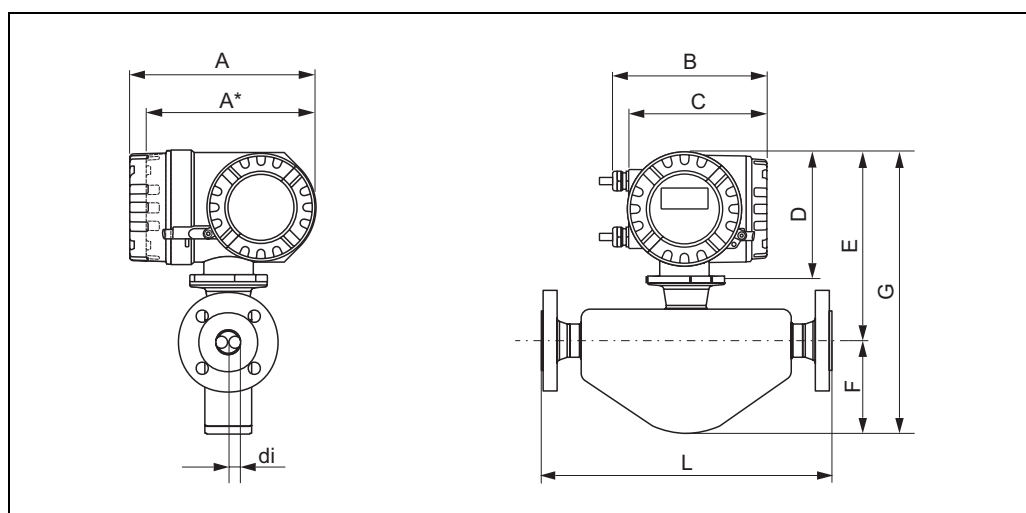
Diagramme des pertes de charge avec l'eau

Construction

Construction, dimensions

Dimensions :	
Boitier de terrain version compacte, fonte d'aluminium moulée avec revêtement pulvérisé	→ page 14
Raccords par bride EN (DIN), ASME B16.5, JIS	→ page 15
Raccords VCO	→ page 17
Raccords Tri-Clamp	→ page 18
Raccords DIN 11851 (raccords laitiers)	→ page 19
Raccords DIN 11864-1 Forme A (manchon fileté)	→ page 19
Raccords par bride DIN 11864-2 Forme A (bride folle)	→ page 20
Raccords ISO 2853 (raccords à visser)	→ page 20
Raccords SMS 1145 (raccords laitiers)	→ page 21

Boitier de terrain version compacte, fonte d'aluminium moulée avec revêtement pulvérisé



A0007638

A	A*	B	C	D
227	207	187	168	160

Toutes les dimensions en [mm];

* Version aveugle (sans affichage local)

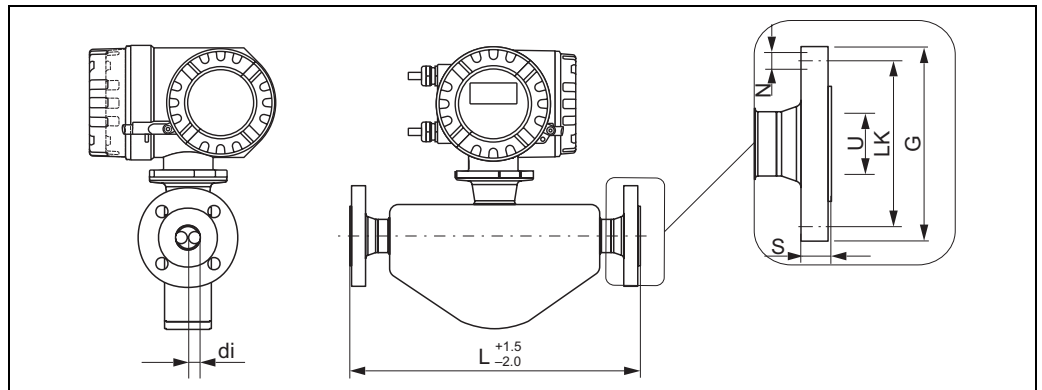
DN	E	F	G	L	di
8	224	93	317	*	*
15	226	105	331	*	*
25	231	106	337	*	*
40	237	121	358	*	*
50	253	170	423	*	*

Toutes les dimensions en [mm];

* en fonction du raccord process correspondant

→ dimensions voir pages suivantes

Raccords par bride EN (DIN), ASME B16.5, JIS



a0007640-es

Bride EN 1092-1 (DIN 2501 / DIN 2512N ¹⁾) / PN 40 : 1.4404/316L/316							
DN	G	L	N	S	LK	U	di
8	95	232	4 × Ø14	16	65	17,3	5,35
15	95	279	4 × Ø14	16	65	17,3	8,30
25	115	329	4 × Ø14	18	85	28,5	12,00
40	150	445	4 × Ø18	18	110	43,1	17,60
50	165	556	4 × Ø18	20	125	54,5	26,00

Toutes les dimensions en [mm]; autres dimensions → page 14 et suiv.
¹⁾ Bride avec emboîtement selon EN 1092-1 forme D (DIN 2512N) livrable

Bride EN 1092-1 (DIN 2501) / PN 40 (avec brides DN 25) : 1.4404/316L/316							
DN	G	L	N	S	LK	U	di
8	115	329	4 × Ø14	18	85	28,5	5,35
15	115	329	4 × Ø14	18	85	28,5	8,30

Toutes les dimensions en [mm]; autres dimensions → page 14 et suiv.

Bride EN 1092-1 (DIN 2501 / DIN 2512N ¹⁾) / PN 63 : 1.4404/316L/316							
DN	G	L	N	S	LK	U	di
50	180	565	4 × Ø22	26	135,0	54,5	26,00

Toutes les dimensions en [mm]; autres dimensions → page 14 et suiv.
¹⁾ Bride avec emboîtement selon EN 1092-1 forme D (DIN 2512N) livrable

Bride EN 1092-1 (DIN 2501 / DIN 2512N ¹⁾) / PN 100 : 1.4404/316L/316							
DN	G	L	N	S	LK	U	di
8	105	261	4 × Ø14	20	75	17,3	5,35
15	105	295	4 × Ø14	20	75	17,3	8,30
25	140	360	4 × Ø18	24	100	28,5	12,00
40	170	486	4 × Ø22	26	125	42,5	17,60
50	195	581	4 × Ø26	28	145	53,9	26,00

Toutes les dimensions en [mm]; autres dimensions → page 14 et suiv.
¹⁾ Bride avec emboîtement selon EN 1092-1 forme D (DIN 2512N) livrable

Bride selon ASME B16.5 / CI 150 : 1.4404/316L/316								
DN		G	L	N	S	LK	U	di
8	3/8"	88,9	232	4 × Ø15,7	11,2	60,5	15,7	5,35
15	½"	88,9	279	4 × Ø15,7	11,2	60,5	15,7	8,30
25	1"	108,0	329	4 × Ø15,7	14,2	79,2	26,7	12,00
40	1½"	127,0	445	4 × Ø15,7	17,5	98,6	40,9	17,60
50	2"	152,4	556	4 × Ø19,1	19,1	120,7	52,6	26,00

Toutes les dimensions en [mm]; autres dimensions → page 14 et suiv.

Bride selon ASME B16.5 / CI 300 : 1.4404/316L/316								
DN		G	L	N	S	LK	U	di
8	3/8"	95,2	232	4 × Ø15,7	14,2	66,5	15,7	5,35
15	½"	95,2	279	4 × Ø15,7	14,2	66,5	15,7	8,30
25	1"	123,9	329	4 × Ø19,0	17,5	88,9	26,7	12,00
40	1½"	155,4	445	4 × Ø22,3	20,6	114,3	40,9	17,60
50	2"	165,1	556	8 × Ø19,0	22,3	127,0	52,6	26,00

Toutes les dimensions en [mm]; autres dimensions → page 14 et suiv.

Bride selon ASME B16.5 / CI 600 : 1.4404/316L/316								
DN		G	L	N	S	LK	U	di
8	3/8"	95,3	261	4 × Ø15,7	20,6	66,5	13,9	5,35
15	½"	95,3	295	4 × Ø15,7	20,6	66,5	13,9	8,30
25	1"	124,0	380	4 × Ø19,1	23,9	88,9	24,3	12,00
40	1½"	155,4	496	4 × Ø22,4	28,7	114,3	38,1	17,60
50	2"	165,1	583	8 × Ø19,1	31,8	127,0	49,2	26,00

Toutes les dimensions en [mm]; autres dimensions → page 14 et suiv.

Bride JIS B2220 / 10K : 1.4404/316L/316								
DN		G	L	N	S	LK	U	di
50		155	556	4 × Ø19	16	120	50	26,00

Toutes les dimensions en [mm]; autres dimensions → page 14 et suiv.

Bride JIS B2220 / 20K : 1.4404/316L/316								
DN		G	L	N	S	LK	U	di
8		95	232	4 × Ø15	14	70	15	5,35
15		95	279	4 × Ø15	14	70	15	8,30
25		125	329	4 × Ø19	16	90	25	12,00
40		140	445	4 × Ø19	18	105	40	17,60
50		155	556	8 × Ø19	18	120	50	26,00

Toutes les dimensions en [mm]; autres dimensions → page 14 et suiv.

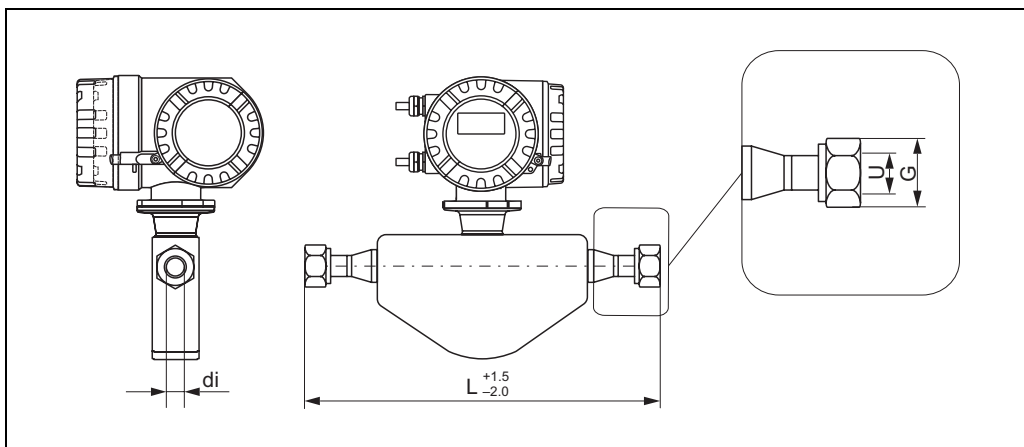
Bride JIS B2220 / 40K : 1.4404/316L/316							
DN	G	L	N	S	LK	U	di
8	115	261	4 × Ø19	20	80	15	5,35
15	115	300	4 × Ø19	20	80	15	8,30
25	130	375	4 × Ø19	22	95	25	12,00
40	160	496	4 × Ø23	24	120	38	17,60
50	165	601	8 × Ø19	26	130	50	26,00

Toutes les dimensions en [mm]; autres dimensions → page 14 et suiv.

Bride JIS B2220 / 63K : 1.4404/316L/316							
DN	G	L	N	S	LK	U	di
8	120	282	4 × Ø19	23	85	12	5,35
15	120	315	4 × Ø19	23	85	12	8,30
25	140	383	4 × Ø23	27	100	22	12,00
40	175	515	4 × Ø25	32	130	35	17,60
50	185	616	8 × Ø23	34	145	48	26,00

Toutes les dimensions en [mm]; autres dimensions → page 14 et suiv.

Raccords VCO

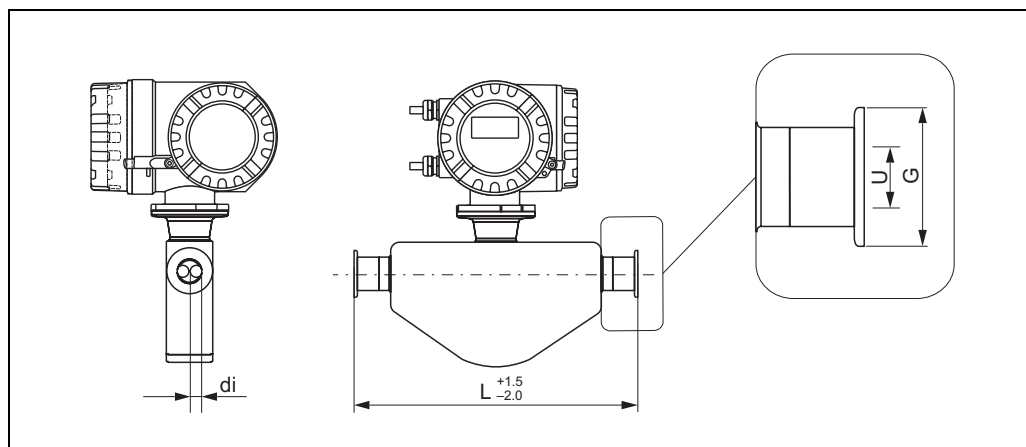


a0007641-en

Raccords VCO : 1.4404/316L				
DN	G	L	U	di
8	Clé 1"	252	10,2	5,35
15	Clé 1½"	305	15,7	8,30

Toutes les dimensions en [mm]; autres dimensions → page 14 et suiv.

Raccords Tri-Clamp



a0007643-en

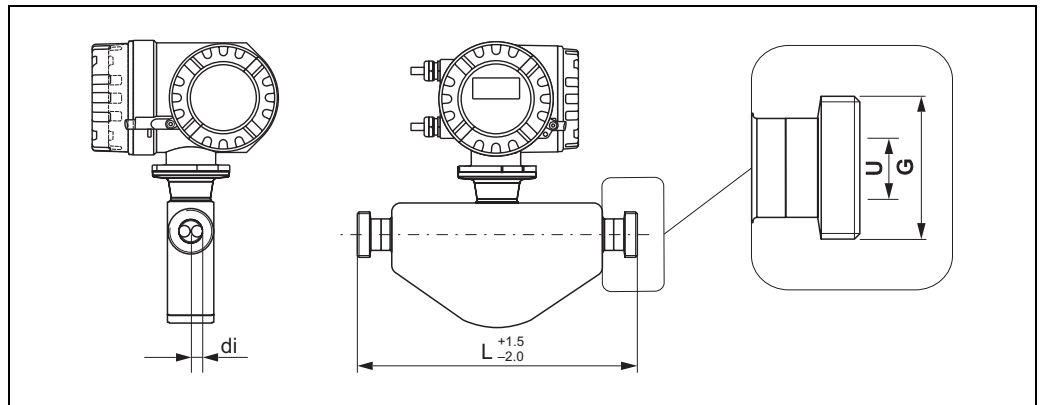
1", 1½", 2" Tri-Clamp : 1.4435/316L					
DN	Clamp	G	L	U	di
8	1"	50,4	229	22,1	5,35
15	1"	50,4	273	22,1	8,30
25	1"	50,4	324	22,1	12,00
40	1½"	50,4	456	34,8	17,60
50	2"	63,9	562	47,5	26,00

Toutes les dimensions en [mm]; autres dimensions → page 14 et suiv.
Version 3A livrable (Ra ≤ 0,8 µm/150 grit.)

½" Tri-Clamp : 1.4435/316L					
DN	Clamp	G	L	U	di
8	½"	25,0	229	9,5	5,35
15	½"	25,0	273	9,5	8,30

Toutes les dimensions en [mm]; autres dimensions → page 14 et suiv.
Version 3A livrable (Ra ≤ 0,8 µm/150 grit.)

Raccords DIN 11851 (raccords laitiers)



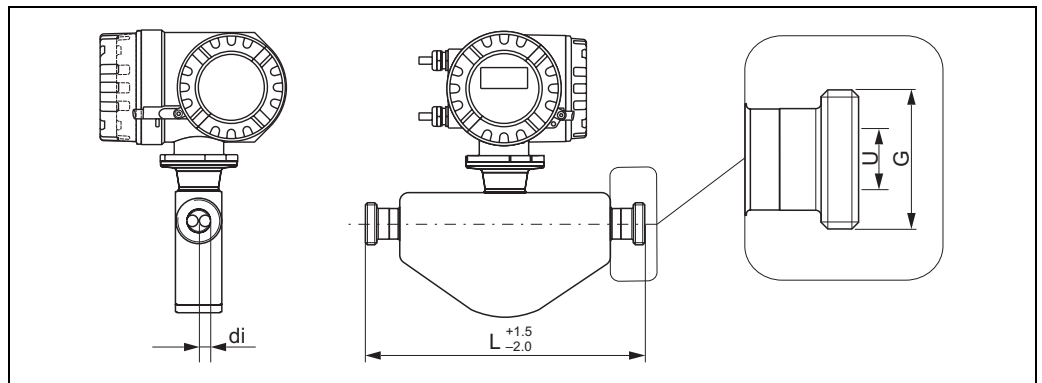
a0007644-en

Raccord laitier DIN 11851 : 1.4435/316L

DN	G	L	U	di
8	Rd 34 × 1/8"	229	16	5,35
15	Rd 34 × 1/8"	273	16	8,30
25	Rd 52 × 1/6"	324	26	12,00
40	Rd 65 × 1/6"	456	38	17,60
50	Rd 78 × 1/6"	562	50	26,00

Toutes les dimensions en [mm]; autres dimensions → page 14 et suiv.
Version 3A livrable (Ra ≤ 0,8 µm/150 grit.)

Raccords DIN 11864-1 Forme A (manchon fileté)



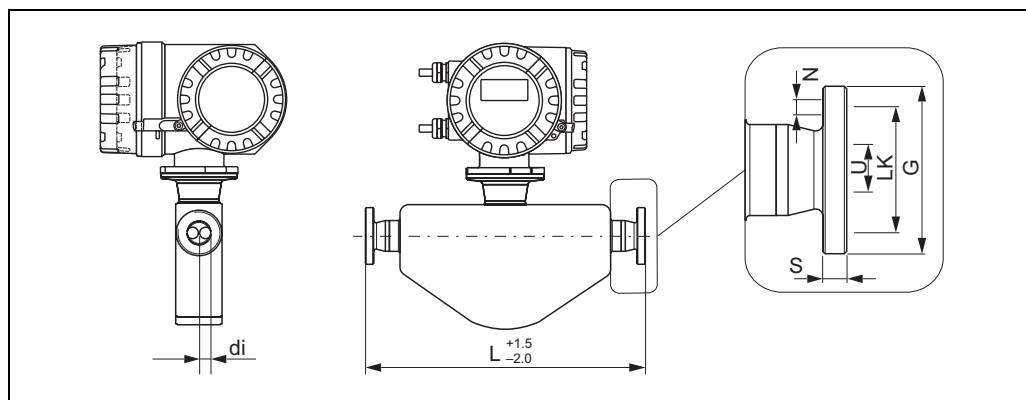
a0007649-en

Raccord DIN 11864-1 Forme A (manchon fileté) : 1.4435/316L

DN	G	L	U	di
8	Rd 28 × 1/8"	229	10	5,35
15	Rd 34 × 1/8"	273	16	8,30
25	Rd 52 × 1/6"	324	26	12,00
40	Rd 65 × 1/6"	456	38	17,60
50	Rd 78 × 1/6"	562	50	26,00

Toutes les dimensions en [mm]; autres dimensions → page 14 et suiv.
Version 3A livrable (Ra ≤ 0,8 µm/150 grit.)

Raccords par bride DIN 11864-2 Forme A (bride folle)



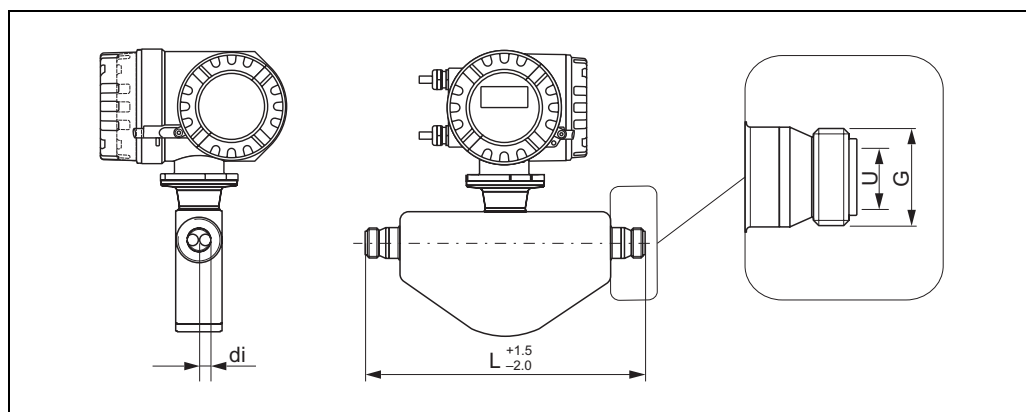
a0007649-en

Bride DIN 11864-2 Forme A (bride folle) : 1.4435/316L

DN	G	L	N	S	LK	U	di
8	54	249	4 × Ø9	10	37	10	5,35
15	59	293	4 × Ø9	10	42	16	8,30
25	70	344	4 × Ø9	10	53	26	12,00
40	82	456	4 × Ø9	10	65	38	17,60
50	94	562	4 × Ø9	10	77	50	26,00

Toutes les dimensions en [mm]; autres dimensions → page 14 et suiv.
Version 3A livrable (Ra ≤ 0,8 µm/150 grit.)

Raccords ISO 2853 (raccords à visser)



a0007651-en

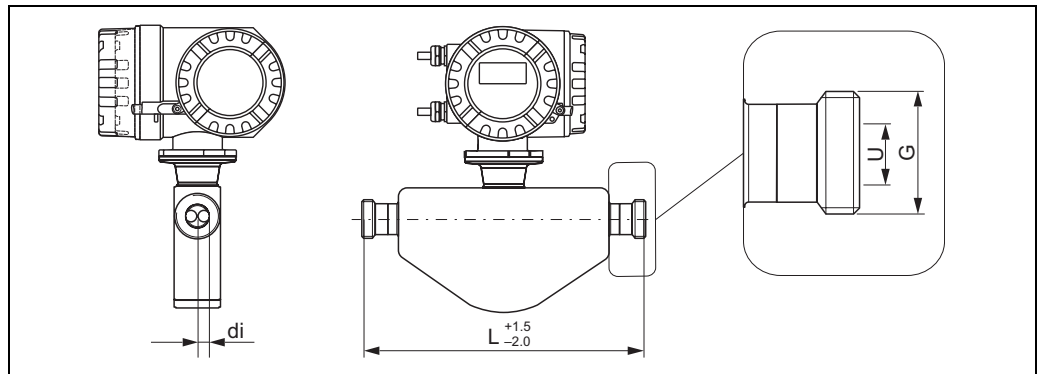
Raccord ISO 2853 : 1.4435/316L

DN	G ¹⁾	L	U	di
8	37,13	229	22,6	5,35
15	37,13	273	22,6	8,30
25	37,13	324	22,6	12,00
40	50,68	456	35,6	17,60
50	64,16	562	48,6	26,00

Toutes les dimensions en [mm]; autres dimensions → page 14 et suiv.

¹⁾ Diamètre de filetage max. selon ISO 2853 Annexe A; Version 3A livrable (Ra ≤ 0,8 µm/150 grit.)

Raccords SMS 1145 (raccords laitiers)



a0007653-en

Raccord laitier SMS 1145 : 1.4435/316L				
DN	G	L	U	di
8	Rd 40 × 1/6"	229	22,5	5,35
15	Rd 40 × 1/6"	273	22,5	8,30
25	Rd 40 × 1/6"	324	22,5	12,00
40	Rd 60 × 1/6"	456	35,5	17,60
50	Rd 70 × 1/6"	562	48,5	26,00

Toutes les dimensions en [mm]; autres dimensions → page 14 et suiv.
Version 3A livrable (Ra ≤ 0,8 μm/150 grit.)

Disque d'éclatement dans le boîtier du capteur (en option)

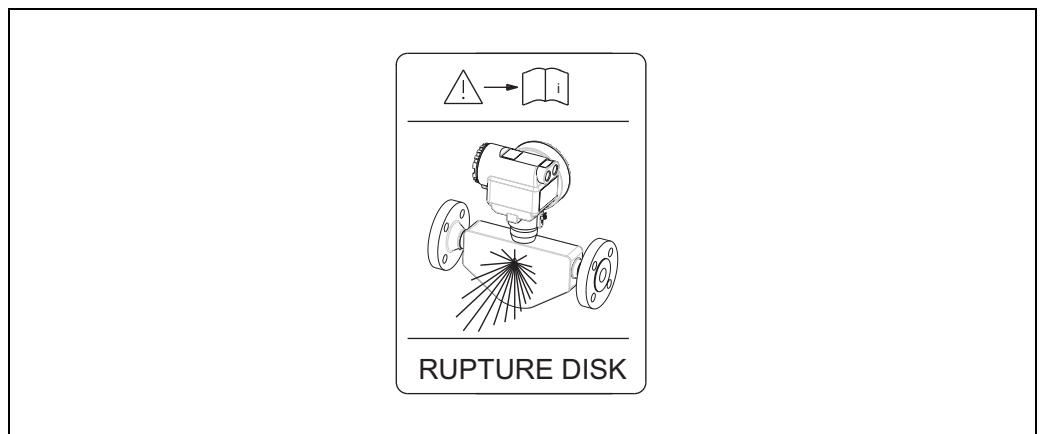


Pression de déclenchement dans le boîtier 10...15 bar.

Danger !

En option on pourra obtenir des boîtiers de capteur avec disque d'éclatement intégré. Veillez à ce que le fonctionnement du disque d'éclatement ne soit pas compromis par son implantation. Prendre toutes les mesures nécessaires pour qu'en cas de déclenchement du disque d'éclatement il n'en résulte aucun dommage ni danger pour les humains.

La position du disque d'éclatement est signalée par un adhésif qui le recouvre. Un déclenchement du disque d'éclatement endommage l'adhésif ce qui permet un contrôle optique.



a0007823

Adhésif complémentaire signalant l'implantation du disque d'éclatement (RUPTURE DISK)

Poids

DN	8	15	25	40	50
Version compacte	8	8	10	15	22

Toutes les valeurs (poids) se rapportent à des appareils avec brides EN/DIN PN 40.
Indications de poids en [kg].

Matériaux**Boîtier transmetteur :**

- Boîtier compact : fonte d'aluminium moulée à revêtement pulvérisé

Boîtier capteur / enceinte de confinement :

- Surface externe résistant aux acides et aux bases acier inox 1.4301/304

Raccords process :

Raccords process hygiéniques :

- Agrément 3A

Acier inox 1.4404/316/316L

- Bride EN 1092-1 (DIN 2501)
- Bride JIS B2220
- Bride selon ASME B16.5

Acier inox 1.4404/316L

- DIN 11864-2 Forme A (bride folle)
- Raccord VCO
- Tri-Clamp
- Raccord laitier :
 - DIN 11864-1 Forme A
 - DIN 11851
 - SMS 1145
 - ISO 2853

Tubes de mesure :

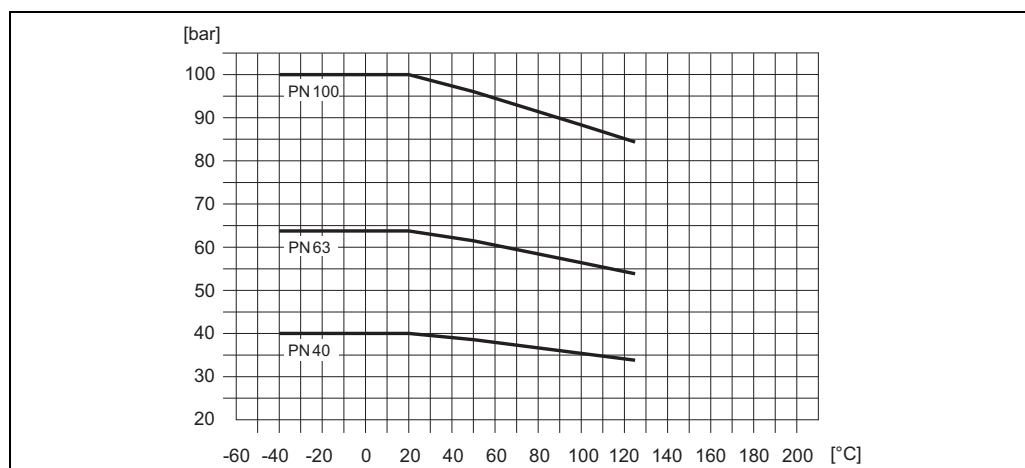
- Acier inox 1.4539/904L
- Rugosité de surface : $Ra_{\max} = 0,8 \mu\text{m}/150 \text{ grit}$

Joints :

- Raccords process soudés sans joints internes

Courbes de contrainte des matériaux**Raccord par bride selon EN 1092-1 (DIN 2501)**

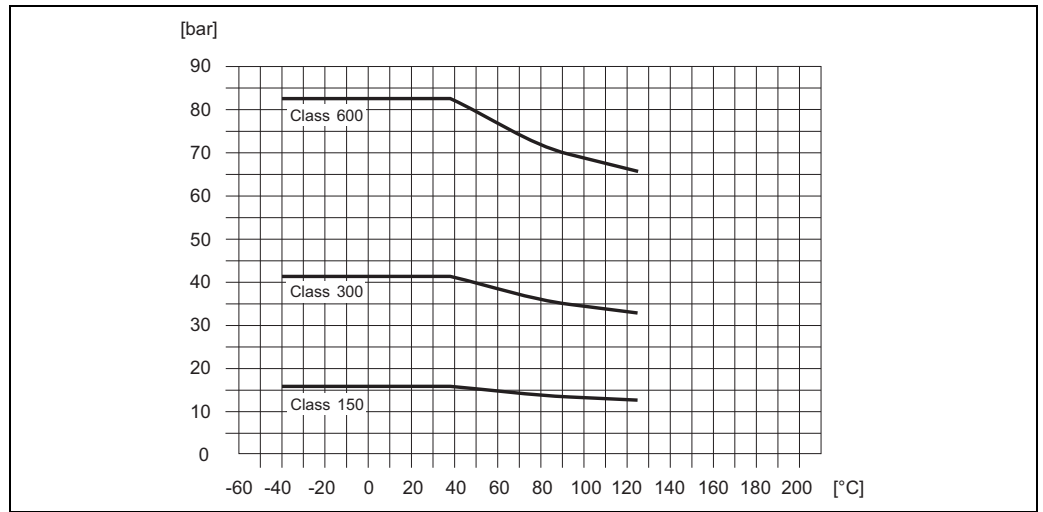
Matériau de bride : 1.4404/316L



a0006904-en

Raccord par bride selon ASME B16.5

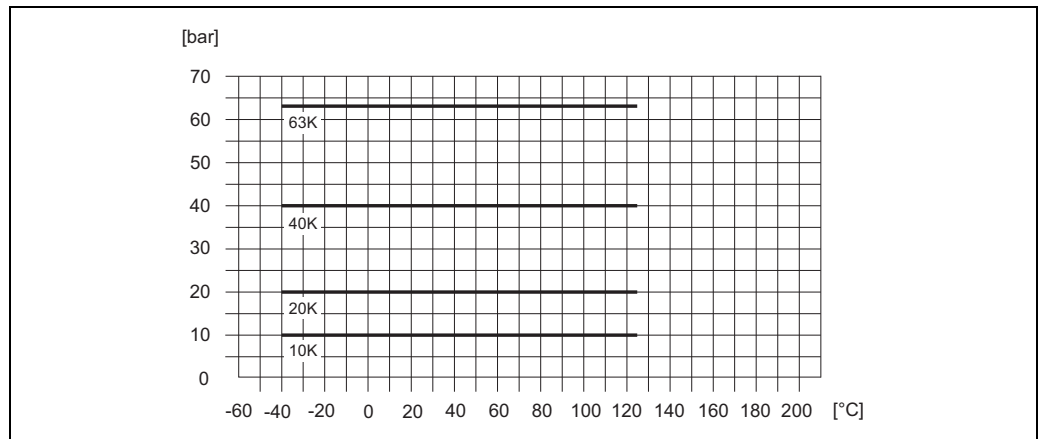
Matériau de bride : 1.4404/316L



a0006905-en

Raccord par bride selon JIS B2220

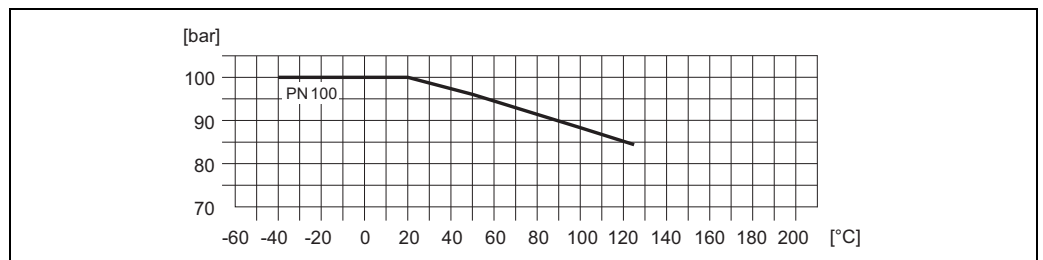
Matériau de bride : 1.4404/316L



A0006906-en

Raccord process VCO

Matériau de bride : 1.4404/316L



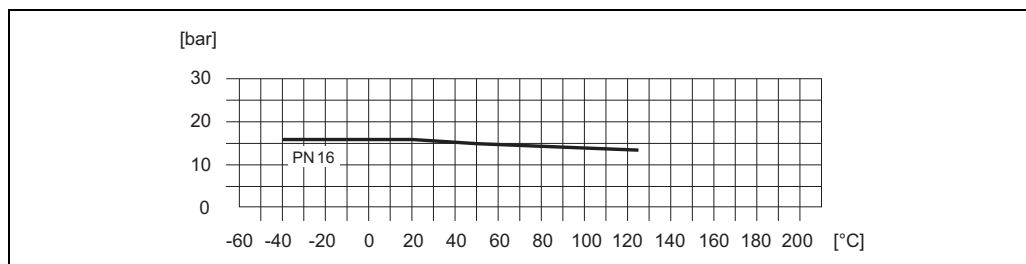
a0006908-en

Raccord process Tri-Clamp

Les raccords clamp (par ex. Tri-Clamp ISO2852, DIN32676) sont conçus pour une pression maximale de 16 bar. Etant donné que ces limites d'utilisation dépendent également de l'étrier et du joint utilisé, il faut tenir compte de leurs spécifications ; l'étrier et le joint ne sont pas compris dans la livraison.

Raccord selon DIN 11851 et SMS 1145

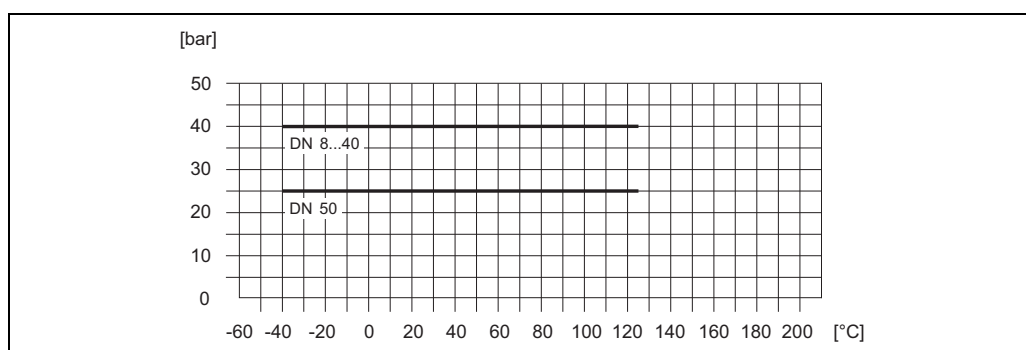
Matériau du raccord : 1.4404/316L



A0006909-en

Raccord selon DIN 11864-1 Form A (bride folle)

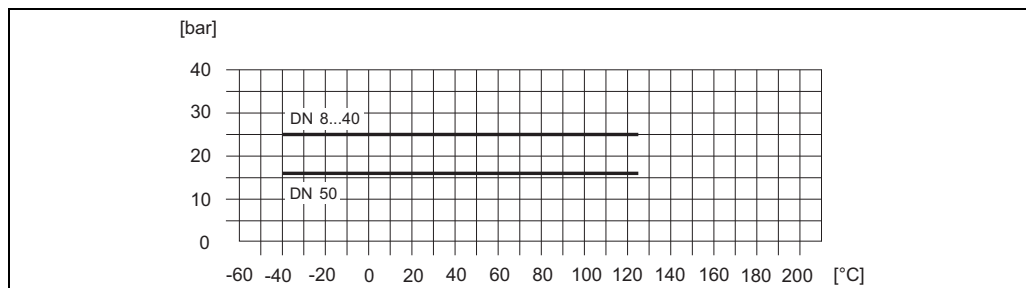
Matériau du raccord : 1.4404/316L



A0006910-en

Raccord par bride selon DIN 11864-2 Forme A (bride folle)

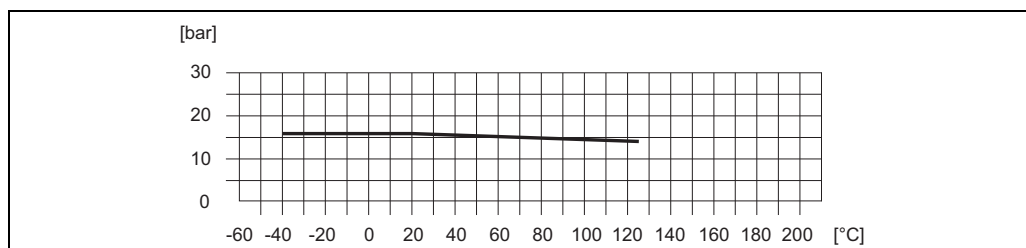
Matériau de bride : 1.4404/316L



A0006911-en

Raccord à visser selon ISO 2853

Matériau du raccord : 1.4404/316L



A0006912-en

Niveau de programmation et d'affichage

Éléments d'affichage	<ul style="list-style-type: none"> ■ Affichage à cristaux liquides : éclairé, deux lignes à 16 caractères chacune ■ Affichage configurable individuellement pour la représentation de diverses grandeurs de mesure et d'état. ■ Pour des températures ambiantes inférieures à -20 °C la lisibilité de l'affichage peut être compromise. ■ Langues d'affichage : français, espagnol, italien, néerlandais, portugais, allemand, anglais
Commande à distance	<ul style="list-style-type: none"> ■ Protocole HART (terminal portable) ■ Logiciel de configuration et de service "FieldCare" d'Endress+Hauser ■ Logiciels de configuration AMS (Fisher Rosemount), SIMATIC PDM (Siemens)

Certificats et agréments

Marquage CE	Le système de mesure remplit les exigences légales des directives CE. Endress+Hauser confirme la réussite des tests par l'appareil par l'apposition du sigle CE.
Marque C-Tick	Le système de mesure est conforme aux exigences CEM de la "Australian Communication and Media Authority (ACMA)"
Agrément Ex	Votre agence Endress+Hauser vous fournira de plus amples renseignements sur les versions Ex livrables (ATEX, FM, CSA, IECCEX, NEPSI etc.). Toutes les données relatives à la protection antidéflagrante figurent dans des documentations Ex séparées, que vous pourrez obtenir sur simple demande.
Compatibilité alimentaire	<ul style="list-style-type: none"> ■ Agrément 3A
Normes et directives externes	<ul style="list-style-type: none"> ■ EN 60529 Protection par le boîtier (code IP) ■ EN 61010-1 Directives de sécurité pour les appareils électriques de mesure, de commande, de régulation et de laboratoire ■ CEI/EN 61326 "Emissivité selon exigences pour classe A". Compatibilité électromagnétique (exigences CEM) ■ NAMUR NE 21 Compatibilité électromagnétique de matériels électriques destinés aux process et aux laboratoires ■ NAMUR NE 43 Uniformisation du niveau de signal pour l'information de défaut en provenance de transmetteurs digitaux avec signal de sortie analogique. ■ NAMUR NE 53 Logiciel d'appareils de terrain et d'appareils de traitement du signal avec électronique digitale
Directive équipements sous pression	Les appareils avec un diamètre nominal inférieur ou égal à DN 25 satisfont en général à l'article 3(3) de la directive 97/23/CE (Directive équipements sous pression) ; ils ont été conçus et fabriqués selon les règles de l'art. Pour les diamètres supérieurs il existe le cas échéant (en fonction du produit et de la pression process) des agréments supplémentaires selon catégorie II/III.

Informations à la commande

Des indications détaillées quant à la référence de commande vous seront fournies par votre agence Endress+Hauser.

Accessoires

Différents accessoires sont disponibles pour le transmetteur et le capteur, qui peuvent être commandés séparément auprès d'Endress+Hauser.

Documentation complémentaire

- Mesure de débit des liquides, gaz et vapeurs (FA005D)
- Description des fonctions Promass 40 (BA062D)
- Documentation Ex complémentaire : ATEX, FM, CSA

Marques déposées

TRI-CLAMP®

Marque déposée de la société Ladish & Co., Inc., Kenosha, USA

HART®

Marque déposée de HART Communication Foundation, Austin, USA

HistoROM™, S-DAT®, T-DAT™, F-CHIP®, ToF Tool - Fieldtool® Package, Fieldcheck®, Applicator®, FieldCare®

Marques déposées de la société Endress+Hauser Flowtec AG, Reinach, CH

