

ÉTUDE - CONCEPTION - FABRICATION  
D'APPAREILS D'INSTRUMENTATION POUR LA MESURE  
ET LE CONTRÔLE DES FLUIDES

DÉBIT • PRESSION • TEMPÉRATURE • ACCESSOIRES





# Sommaire



Page **04**  
MESURE DE DÉBIT

Page **30**  
LIMITATION DE DÉBIT  
ET RÉGULATION  
DE PRESSION

Page **38**  
MESURE DE  
TEMPÉRATURE

Page **48**  
ACCESSOIRES

Page **54**  
INFORMATIONS  
TECHNIQUES





# Mesure de débit

La mesure par pression différentielle	page <b>06</b>	Orifice intégré	page <b>22</b>
Une solution clé en main	page <b>07</b>	Section de mesure	page <b>23</b>
Guide de choix de l'élément primaire	page <b>08</b>	Tube de mesure haute précision	page <b>24</b>
Plaques à orifice	page <b>10, 15</b>	Débitmètre compact	page <b>25</b>
Plaque à orifice à arête vive	<b>10</b>	Tube pitot	page <b>26</b>
Plaque à orifice à entrée conique	<b>11</b>	Cône de mesure	page <b>27</b>
Plaque à orifice quart de cercle	<b>12</b>	Débitmètre à coin	page <b>28</b>
Plaque à orifice excentrique	<b>13</b>	Tuyère sonique pour applications d'étalonnage	page <b>29</b>
Plaque à orifice segmentaire	<b>14</b>	Venturi et plaque à orifice pour applications gaz humide	page <b>29</b>
Plaque à orifice multi-trou	<b>15</b>		
Tubes de venturi	page <b>16, 18</b>		
Tube de venturi roulé soudé	<b>16</b>		
Tube de venturi usiné	<b>17</b>		
Tube de venturi brut de fonderie	<b>18</b>		
Tuyères	page <b>19, 21</b>		
Tuyère ISA1932	<b>19</b>		
Tuyère long rayon	<b>20</b>		
Venturi-tuyère	<b>21</b>		

# LA MESURE DE DÉBIT PAR PRESSION DIFFÉRENTIELLE

UNE MESURE  
AVEC DE **NOMBREUX ATOUTS**

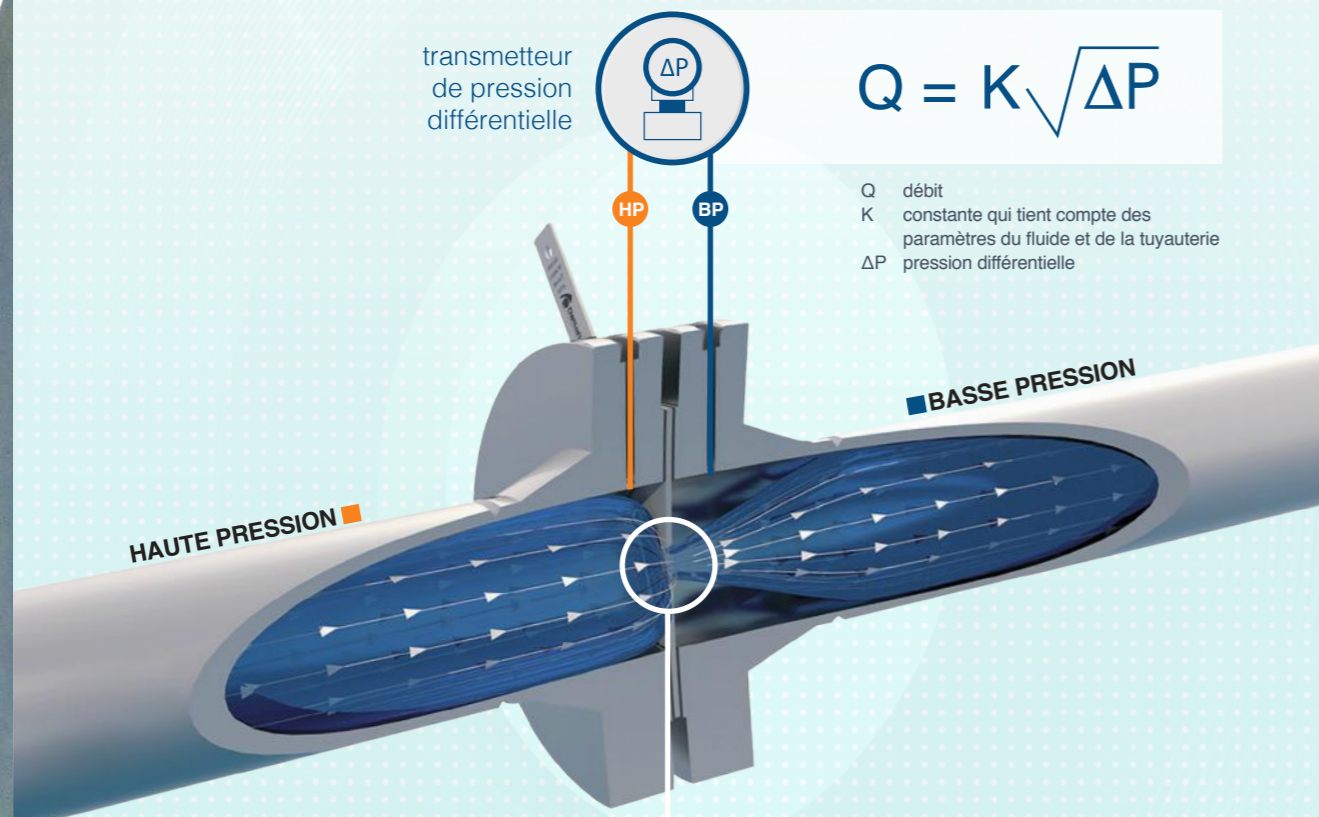
utilisée pour tous types de fluides et de mélanges  
sous forme de liquide, gaz et vapeur

NORMALISÉE	ÉCONOMIQUE	ROBUSTE
ÉTALONNAGE SUPERFLU	INSTALLATION RAPIDE ET SIMPLE	SANS PIÈCE MOBILE
PRÉCISION GARANTIE	SANS MAINTENANCE	LONGUE DURÉE DE VIE

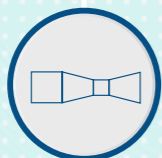


$$Q = K \sqrt{\Delta P}$$

Q débit  
K constante qui tient compte des  
paramètres du fluide et de la tuyauterie  
 $\Delta P$  pression différentielle



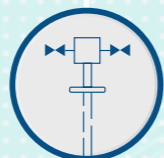
plaque à orifice



venturi



tuyère



tube pitot



cône de mesure

## UNE SOLUTION CLÉ EN MAIN

Des éléments de mesure de débit fournis avec  
les accessoires adaptés pour répondre à vos besoins

### Éléments de mesure de débit

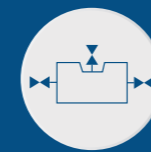
#### Accessoires d'instrumentation



transmetteur de pression  
différentielle



transmetteur de pression  
absolue et relative



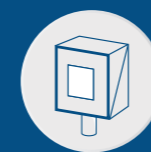
manifold



capteur de température



calculateur



boîtier



plaque à orifice



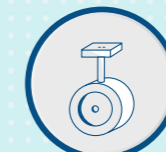
venturi



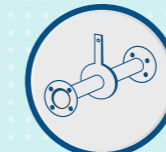
tuyère



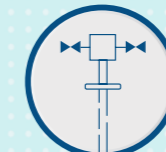
cône de mesure



compact

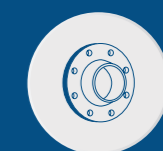


section de mesure

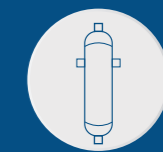


tube pitot

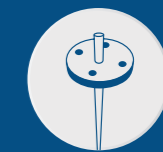
#### Accessoires de tuyauterie



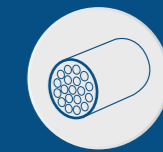
brides



pot de condensation



puits thermométrique



redresseur d'écoulement



vanne



support d'instrumentation



## GUIDE DE CHOIX DE L'ÉLÉMENT PRIMAIRE

Les éléments primaires permettent de couvrir une très large plage d'applications. Le tableau ci-dessous vous aide à déterminer la solution la plus adaptée à votre installation.

## LE NOMBRE DE REYNOLDS $Re_D$

$$Re_D = \frac{V_1 D}{\nu_1} = \frac{4 q_m}{\pi \mu_1 D}$$

$V_1$  vitesse du fluide en m/s  
 $D$  diamètre intérieur de la conduite en m  
 $\nu_1$  viscosité cinématique du fluide en  $m^2/s$   
 $q_m$  débit massique en kg/s  
 $\mu_1$  viscosité dynamique du fluide en Pa.s

Le nombre de Reynolds ( $Re_D$ ) est un paramètre sans dimension qui exprime le rapport entre les forces d'inertie et les forces de viscosité dans une conduite. Il permet de qualifier le type d'écoulement (laminaire, transitoire ou turbulent).

Le tableau ci-dessous donne les valeurs limites du nombre de Reynolds et du diamètre de tuyauterie préconisées par la norme. Il est possible d'étendre ces valeurs en effectuant un étalonnage de l'appareil.

✓ recommandé  
 ✓ adapté

	GAZ		LIQUIDE				VAPEUR	
	PROPRE	SALE	PROPRE	SALE	VISQUEUX	AGRESSIF		
<b>PLAQUE À ORIFICE</b>	ARÊTE VIVE <sup>(1)</sup>	✓		✓			✓ <sup>(2)</sup>	✓ <sup>(2)</sup>
	ENTRÉE CONIQUE <sup>(1)</sup>	✓				✓	✓ <sup>(2)</sup>	✓ <sup>(2)</sup>
	QUART DE CERCLE <sup>(1)</sup>	✓	✓	✓	✓	✓	✓ <sup>(2)</sup>	✓ <sup>(2)</sup>
	EXCENTRIQUE <sup>(1)</sup>		✓	✓	✓		✓ <sup>(2)</sup>	✓ <sup>(2)</sup>
	SEGMENTAIRE <sup>(1)</sup>		✓	✓	✓		✓ <sup>(2)</sup>	✓ <sup>(2)</sup>
	MULTI-TROU <sup>(1)</sup>	FAIBLE LONGUEUR DROITE	✓		✓			✓ <sup>(2)</sup>
TUBE DE VENTURI	FAIBLE LONGUEUR DROITE	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
TUYÈRE		✓	✓	✓	✓	✓	✓ <sup>(2)</sup>	✓ <sup>(2)</sup>
VENTURI-TUYÈRE		✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
SECTION DE MESURE <sup>(3)</sup>		✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
TUBE DE PITOT		✓	✓	✓	✓			
CÔNE DE MESURE	FAIBLE LONGUEUR DROITE	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
DÉBITMÈTRE À COIN		✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓

VALEURS NORMALISÉES SUIVANT ISO 5167 & ISO/TR 15377 :				PRINCIPAL AVANTAGE	PAGE		
- Nombre de Reynolds $Re_D$ - Diamètre intérieur tuyauterie D, en mm							
		5 000	25 ≤ D ≤ 1 000	10 <sup>8</sup>	Économique et fiable	10	
80		25 ≤ D ≤ 500	6.10 <sup>4</sup>		Faible débit et/ou fluide visqueux	11	
	250	25 ≤ D ≤ 500	6.10 <sup>4</sup>		Fluide visqueux	12	
		42 000	100 ≤ D ≤ 1 000	8,4.10 <sup>5</sup>	Fluide sale, chargé ou diphasique	13	
		10 <sup>4</sup>	50 ≤ D ≤ 500	10 <sup>6</sup>	Fluide sale, chargé ou diphasique	14	
		5 000	25 ≤ D ≤ 1 000	10 <sup>8</sup>	Faible longueur droite (2D/2D)	15	
			2.10 <sup>5</sup>	50 ≤ D ≤ 1 200	2.10 <sup>6</sup>	Faible longueur droite et faible perte de charge permanente	16 à 18
		10 <sup>4</sup>	50 ≤ D ≤ 630	10 <sup>7</sup>	Débit important	19 - 20	
			1,5.10 <sup>5</sup>	65 ≤ D ≤ 500	2.10 <sup>6</sup>	Débit important et faible perte de charge permanente	21
80			6 ≤ D ≤ 300	10 <sup>8</sup>	Grande précision	22 à 24	
		1,2.10 <sup>4</sup>	100 ≤ D ≤ 5 000	10 <sup>8</sup>	Large conduite et très faible perte de charge	26	
		8.10 <sup>4</sup>	50 ≤ D ≤ 500	1,2.10 <sup>7</sup>	Faible longueur droite	27	
		10 <sup>4</sup>	50 ≤ D ≤ 600	9.10 <sup>6</sup>	Fluide chargé d'impuretés	28	

(1) L'ensemble de ces éléments primaires peut être fabriqué en version débitmètre compact - voir page 25.  
 (2) Pour un fluide très corrosif / abrasif, prévoir un matériau résistant et / ou un revêtement résistant sur l'arête en contact avec le fluide : dépôt de stellite, projection de céramique.  
 (3) La section de mesure est une solution complète incluant l'élément primaire, les joints, les brides, les prises de pression, les longueurs droites amont et aval... voir page 23.  
 Sections de mesure particulières :  
 - L'orifice intégré pour des diamètres jusqu'à 40 mm - voir page 22.  
 - Le tube de mesure haute précision avec transmetteur de pression différentielle et sonde de température si besoin pour la mesure la plus précise du marché - voir page 24.

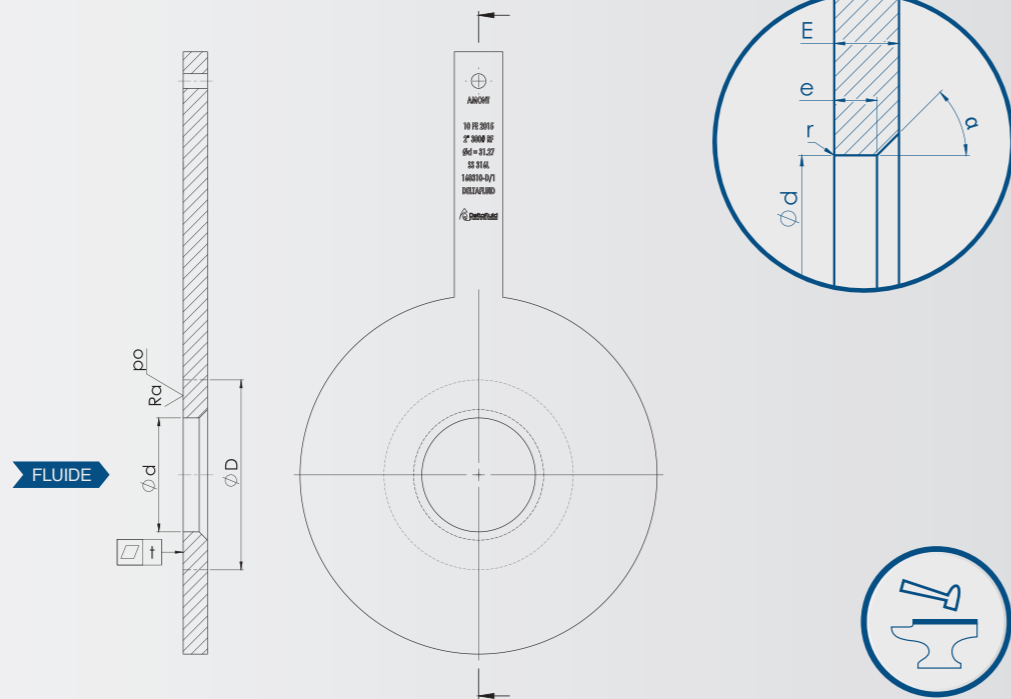
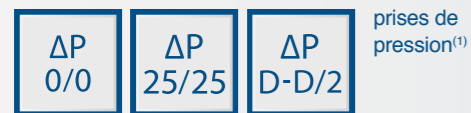
(4) Élément normalisé selon DIN VDI/VDE 1614  
 (5) Élément non normalisé, plages de  $Re_D$  et de D conseillées  
 (6) De 6 à 40 mm, élément normalisé selon ASME MFC-14M  
 (7) Élément normalisé selon ASME MFC-12M

# PLAQUE À ORIFICE À ARÊTE VIVE

Solution économique et fiable

## DONNÉES GÉNÉRALES

- Normes : ISO 5167-1&2, ASME MFC-3M, ISO/TR 15377
- Montage entre brides<sup>(1)</sup> :
  - o ISO PN 2,5 à PN 420
  - o ASME 150# à 2500#
  - o Autres : nous consulter
- Matériau :
  - o Standard : acier inoxydable 304L / 316L
  - o Autres<sup>(1)</sup> : suivant votre application
- Fluide : liquide, gaz, vapeur
- Canalisations de Ø 25 à 1 000 mm
- Précision : 0,5 % du débit max
- Répétabilité de la mesure : 0,1 %



En option : stellite<sup>(1)</sup>

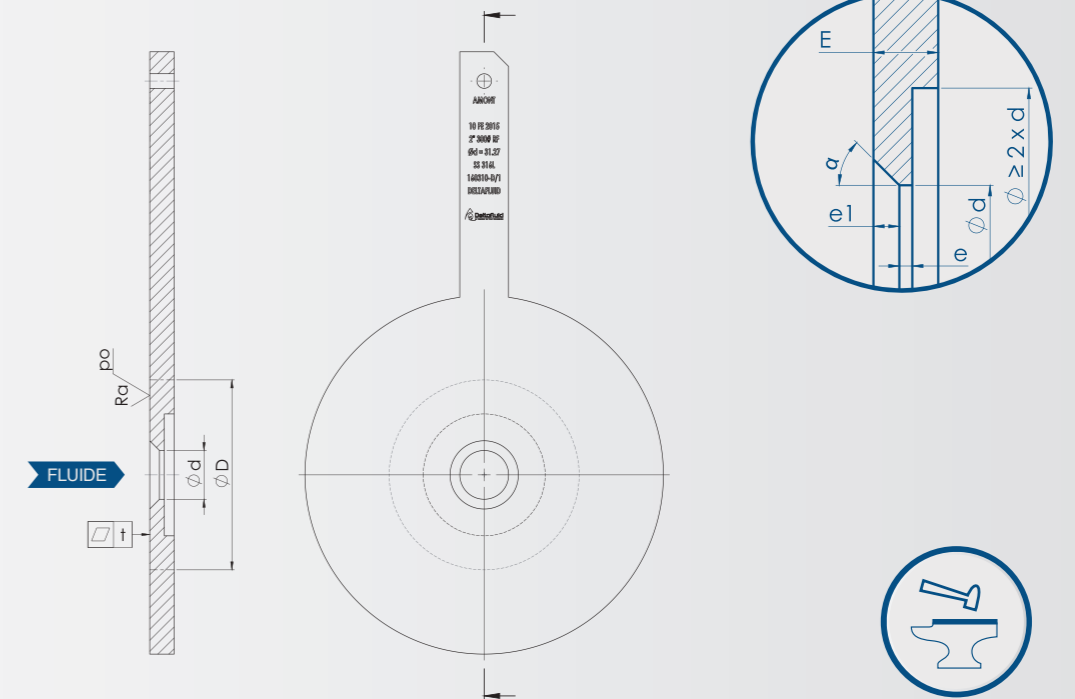
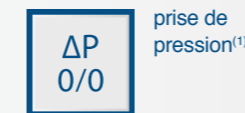
CARACTÉRISTIQUES TECHNIQUES		ISO/TR 15377	ISO 5167-1&2	ASME MFC-3M
Re <sub>D</sub>	Nombre de Reynolds dans canalisation	5 000 ≤ Re <sub>D</sub> ≤ 10 <sup>8</sup>		
D <sup>(2)</sup>	Diamètre intérieur tuyauterie	25 mm ≤ D < 50 mm	50 mm ≤ D ≤ 1 000 mm	
d	Diamètre orifice	d ≥ 12,5 mm		
β	d/D	0,5 ≤ β ≤ 0,7	0,1 ≤ β ≤ 0,75	
Ra	Rugosité face amont	Ra < 10 <sup>-4</sup> .d		
r	Rayon arête vive	r < 0,000 4.d		
e	Épaisseur orifice	0,005.D ≤ e ≤ 0,02.D		
E	Épaisseur plaque	e ≤ E ≤ 0,05.D		
α	Angle chanfrein aval	α = 45° ± 15°		
t	Tolérance planéité	t < 0,005.(D - d)/2		

# PLAQUE À ORIFICE À ENTRÉE CONIQUE

Recommandée pour de faibles débits et/ou fluides visqueux

## DONNÉES GÉNÉRALES

- Norme : ISO/TR 15377
- Montage entre brides<sup>(1)</sup> :
  - o ISO PN 2,5 à PN 420
  - o ASME 150# à 2500#
  - o Autres : nous consulter
- Matériau :
  - o Standard : acier inoxydable 304L / 316L
  - o Autres<sup>(1)</sup> : suivant votre application
- Fluide : liquide, gaz, vapeur
- Canalisation de Ø 25 à 500 mm
- Précision : 2 % du débit max
- Répétabilité de la mesure : 0,1 %



En option : stellite<sup>(1)</sup>

CARACTÉRISTIQUES TECHNIQUES		ISO/TR 15377
Re <sub>D</sub>	Nombre de Reynolds dans canalisation	80 ≤ Re <sub>D</sub> ≤ 6.10 <sup>4</sup>
D	Diamètre intérieur tuyauterie	25 mm ≤ D ≤ 500 mm
d	Diamètre orifice	d > 6 mm
β	d/D	0,1 ≤ β ≤ 0,316
Ra	Rugosité face amont	Ra ≤ 10 <sup>-4</sup> .d
e <sub>1</sub>	Épaisseur entrée conique	e <sub>1</sub> = 0,084.d ± 0,003.d
e	Épaisseur partie cylindrique	e = 0,021.d ± 0,003.d
E	Épaisseur plaque	E ≤ 0,1.D
α	Angle chanfrein amont	α = 45° ± 1°
t	Tolérance planéité	t < 0,005.(D - d - 2.e <sub>1</sub> )/2

<sup>(1)</sup> Pour plus de détails, voir section « Informations techniques » page 54.

<sup>(2)</sup> Les plaques à orifice pour des diamètres D à partir de 6 mm sont décrites dans la norme ASME MFC-14M – voir page 22.

<sup>(1)</sup> Pour plus de détails, voir section « Informations techniques » page 54.

# PLAQUE À ORIFICE QUART DE CERCLE

Recommandée pour des fluides visqueux

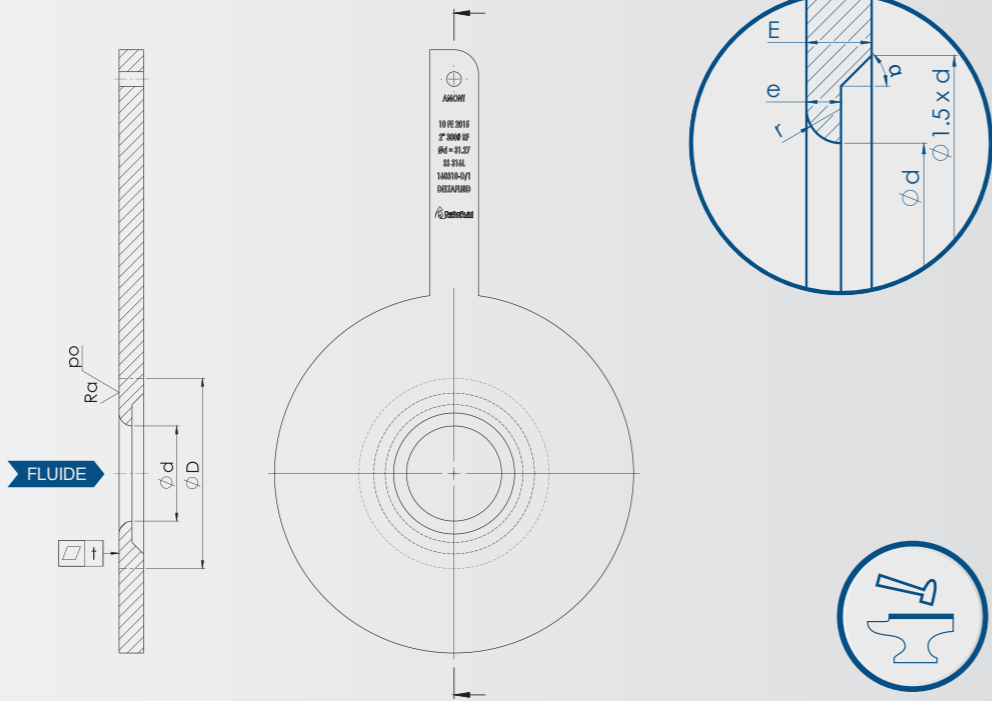
## DONNÉES GÉNÉRALES

- Norme : ISO/TR 15377
- Montage entre brides<sup>(1)</sup> :
  - o ISO PN 2,5 à PN 420
  - o ASME 150# à 2500#
  - o Autres : nous consulter
- Matériau :
  - o Standard : acier inoxydable 304L / 316L
  - o Autres<sup>(1)</sup> : suivant votre application
- Fluide : liquide, gaz, vapeur
- Canalisation de Ø 25 à 500 mm
- Précision : 2 % du débit max
- Répétabilité de la mesure : 0,1 %

$\Delta P$   
0/0

$\Delta P$   
25/25

prises de pression<sup>(1)</sup>  
D ≥ 40 mm



En option : stellite<sup>(1)</sup>

## CARACTÉRISTIQUES TECHNIQUES

CARACTÉRISTIQUES TECHNIQUES		ISO/TR 15377
Re <sub>D</sub>	Nombre de Reynolds dans canalisation	250 ≤ Re <sub>D</sub> ≤ 6.10 <sup>4</sup>
D	Diamètre intérieur tuyauterie	25 mm ≤ D ≤ 500 mm
d	Diamètre orifice	d ≥ 15 mm
β	d/D	0,245 ≤ β ≤ 0,6
Ra	Rugosité face amont	Ra ≤ 10 <sup>-4</sup> .d
r	Rayon quart de cercle	0,100.d ≤ r ≤ 0,207.d
e	Épaisseur orifice quart de cercle	2,5 mm ≤ e ≤ 0,1.D
E	Épaisseur plaque	E ≥ r
α	Angle chanfrein aval si nécessaire	α = 45°
t	Tolérance planéité	Nous consulter

<sup>(1)</sup> Pour plus de détails, voir section « Informations techniques » page 54.

# PLAQUE À ORIFICE EXCENTRIQUE

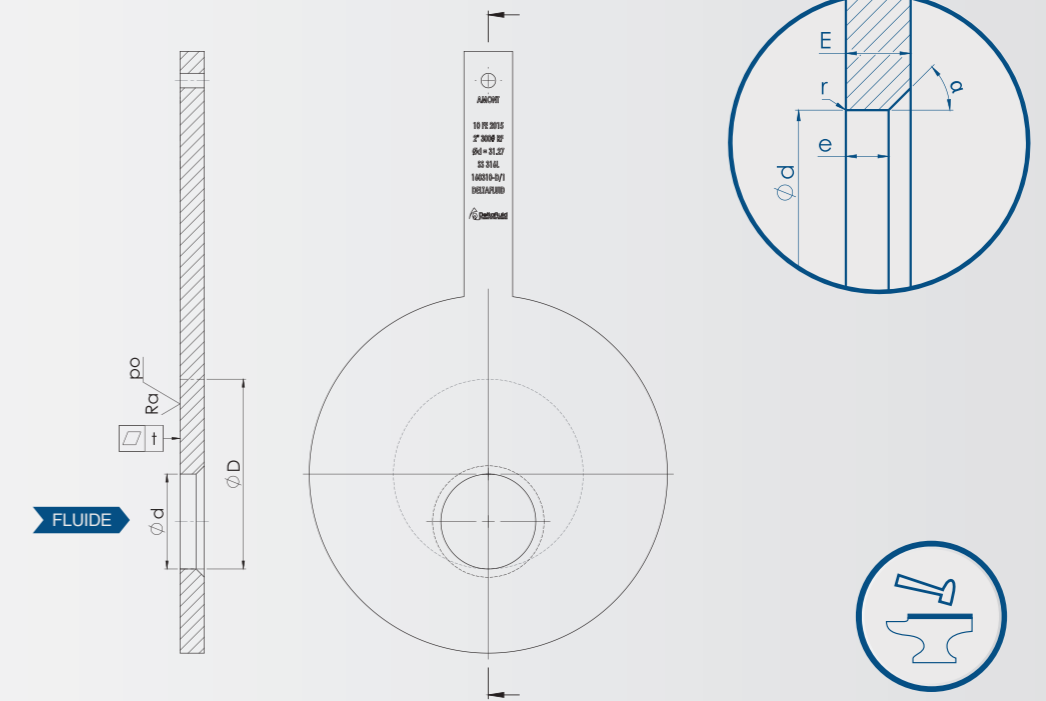
Recommandée pour des fluides sales, chargés ou fluides diphasiques

## DONNÉES GÉNÉRALES

- Norme : ISO/TR 15377
- Montage entre brides<sup>(1)</sup> :
  - o ISO PN 2,5 à PN 420
  - o ASME 150# à 2500#
  - o Autres : nous consulter
- Matériau :
  - o Standard : acier inoxydable 304L / 316L
  - o Autres<sup>(1)</sup> : suivant votre application
- Fluide : liquide, gaz, vapeur
- Canalisation de Ø 100 à 1 000 mm
- Précision : 1 % du débit max
- Répétabilité de la mesure : 0,1 %

$\Delta P$   
0/0

prise de pression<sup>(1)</sup>



En option : stellite<sup>(1)</sup>

## CARACTÉRISTIQUES TECHNIQUES

CARACTÉRISTIQUES TECHNIQUES		ISO/TR 15377
Re <sub>D</sub>	Nombre de Reynolds dans canalisation	42 000 ≤ Re <sub>D</sub> ≤ 8,4.10 <sup>5</sup>
D	Diamètre intérieur tuyauterie	100 mm ≤ D ≤ 1 000 mm
d	Diamètre orifice	d ≥ 50 mm
β	d/D	0,46 ≤ β ≤ 0,84
Ra	Rugosité face amont	Ra ≤ 10 <sup>-4</sup> .d
r	Rayon arête vive amont	r < 0,000 4.d
e	Épaisseur orifice excentrique	0,005.D ≤ e ≤ 0,02.D
E	Épaisseur plaque	e ≤ E ≤ 0,05.D
α	Angle chanfrein aval si nécessaire	α = 45° ± 15°
t	Tolérance planéité	t < 0,005.(D - d)/2

<sup>(1)</sup> Pour plus de détails, voir section « Informations techniques » page 54.

# PLAQUE À ORIFICE SEGMENTAIRE

Recommandée pour des fluides sales, chargés ou diphasiques

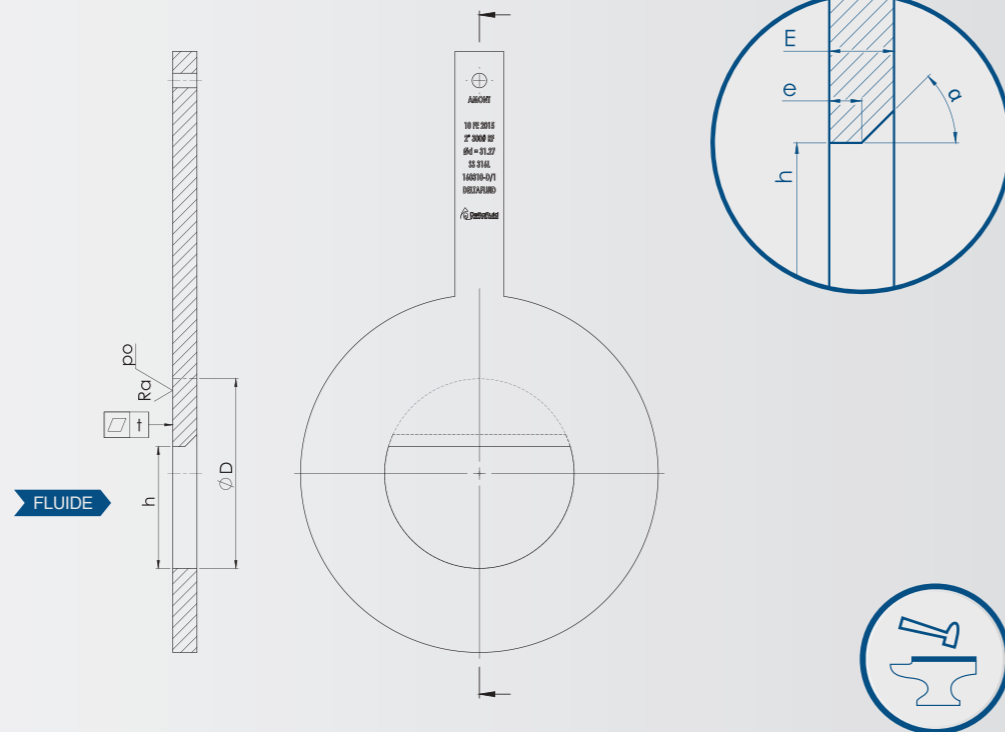
## DONNÉES GÉNÉRALES

- Norme : DIN VDI/VDE 2041
- Montage entre brides<sup>(1)</sup> :
  - o ISO PN 2,5 à PN 420
  - o ASME 150# à 2500#
  - o Autres : nous consulter
- Matériau :
  - o Standard : acier inoxydable 304L / 316L
  - o Autres<sup>(1)</sup> : suivant votre application
- Fluide : liquide, gaz, vapeur
- Canalisation de Ø 100 à 350 mm
- Précision : 1,2 % du débit max
- Répétabilité de la mesure : 0,1 %

$\Delta P$   
0/0

$\Delta P$   
25/25

prises de pression<sup>(1)</sup>



En option : stellite<sup>(1)</sup>

## CARACTÉRISTIQUES TECHNIQUES

CARACTÉRISTIQUES TECHNIQUES		DIN VDI/VDE 2041
Re <sub>D</sub>	Nombre de Reynolds dans canalisation	10 <sup>4</sup> ≤ Re <sub>D</sub> ≤ 10 <sup>6</sup>
D	Diamètre intérieur tuyauterie	50 mm ≤ D ≤ 500 mm
h	Hauteur orifice	h ≥ 12,5 mm
β	h/D	0,316 ≤ β ≤ 0,707
Ra	Rugosité face amont	Ra ≤ 10 <sup>-4</sup> .h
e	Épaisseur orifice	0,005.D ≤ e ≤ 0,02.D
E	Épaisseur plaque	e ≤ E ≤ 0,05.D
α	Angle chanfrein aval si nécessaire	α = 45° ± 15°
t	Tolérance planéité	t < 0,005.(D - h)/2

<sup>(1)</sup> Pour plus de détails, voir section « Informations techniques » page 54.

# PLAQUE À ORIFICE MULTI-TROU

Solution économique grâce à la réduction des longueurs droites amont et aval

## DONNÉES GÉNÉRALES

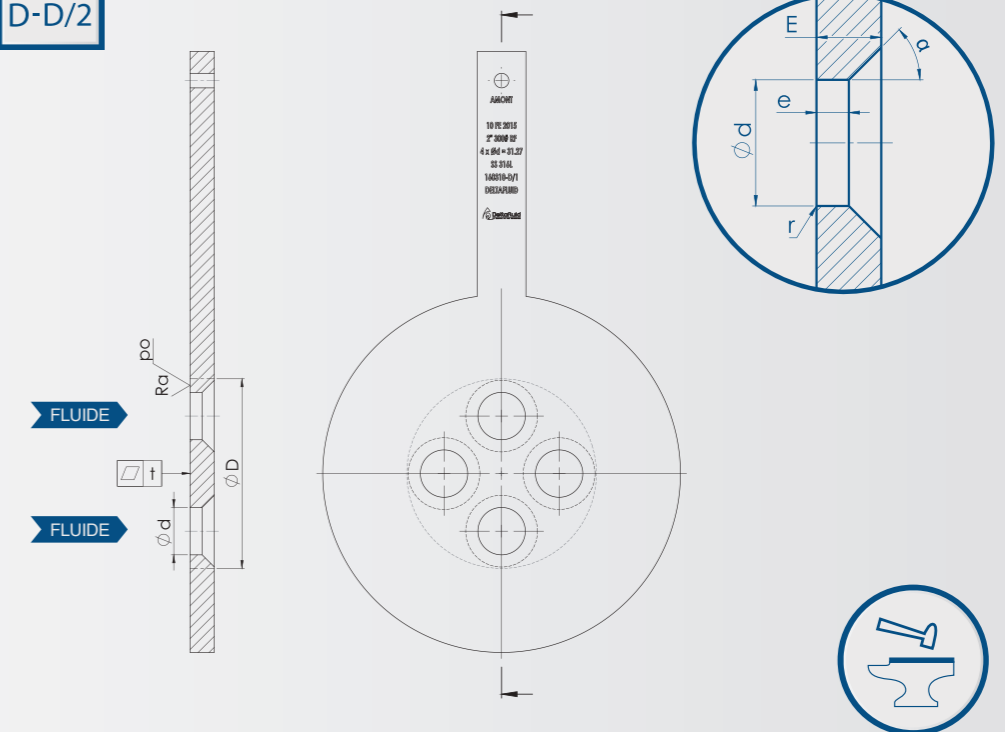
- Élément conçu sur la base de la norme ISO 5167-1&2 ou ASME MFC-3M
- Montage entre brides<sup>(1)</sup> :
  - o ISO PN 2,5 à PN 420
  - o ASME 150# à 2500#
  - o Autres : nous consulter
- Matériau :
  - o Standard : acier inoxydable 304L / 316L
  - o Autres<sup>(1)</sup> : suivant votre application
- Fluide : liquide, gaz, vapeur
- Canalisation de Ø 25 à 1 000 mm
- Précision : 0,5 % du débit max
- Répétabilité de la mesure : 0,1 %

$\Delta P$   
0/0

$\Delta P$   
25/25

$\Delta P$   
D-D/2

prises de pression<sup>(1)</sup>



En option : stellite<sup>(1)</sup>

## CARACTÉRISTIQUES TECHNIQUES

Re <sub>D</sub>	Nombre de Reynolds dans canalisation	5 000 ≤ Re <sub>D</sub> ≤ 10 <sup>8</sup>
D	Diamètre intérieur tuyauterie	25 mm ≤ D ≤ 1 000 mm
d	Diamètre orifice	d ≥ 6 mm
β	d/D	0,2 ≤ β ≤ 0,65
Ra	Rugosité face amont	Ra ≤ 10 <sup>-4</sup> .d
r	Rayon arête vive	r < 0,000 4.d
e	Épaisseur orifice arête vive	0,005.D ≤ e ≤ 0,02.D
E	Épaisseur plaque	e ≤ E ≤ 0,05.D
α	Angle chanfrein aval si nécessaire	α = 45° ± 15°
t	Tolérance planéité	t < 0,005.(D - d)/2

<sup>(1)</sup> Pour plus de détails, voir section « Informations techniques » page 54.



# TUBE DE VENTURI ROULÉ SOUDÉ

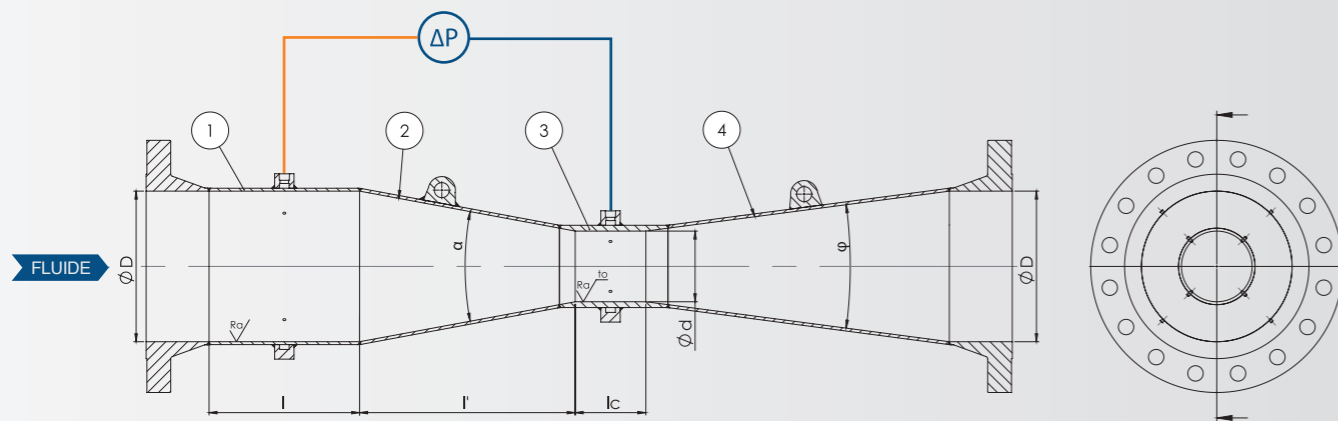
Adapté pour grands diamètres et/ou faible perte de charge permanente

## DONNÉES GÉNÉRALES

- Normes : ISO 5167-1&4 ou ASME MFC-3M
- Raccordement à souder (BW) ou à brides<sup>(1)</sup>
- Matériau :
  - o Standard : acier carbone, acier inoxydable
  - o Autres<sup>(1)</sup> : suivant votre application
- Fluide : liquide, gaz, vapeur
- Canalisation de Ø 100 à 1 200 mm
- Précision : 1,5 % du débit max
- Répétabilité de la mesure : 0,1 %



REPÈRE	DÉSIGNATION
1	Entrée cylindrique
2	Convergent
3	Col
4	Divergent



Prises de pression amont et au col : chambre annulaire ou prises individuelles reliées « en triple T ».

## CARACTÉRISTIQUES TECHNIQUES

CARACTÉRISTIQUES TECHNIQUES		ISO 5167-1&4	ASME MFC-3M
Re <sub>D</sub>	Nombre de Reynolds dans canalisation	2.10 <sup>5</sup> ≤ Re <sub>D</sub> ≤ 2.10 <sup>6</sup>	2.10 <sup>5</sup> ≤ Re <sub>D</sub> ≤ 6.10 <sup>6</sup>
D	Diamètre intérieur tuyauterie	200 mm ≤ D ≤ 1 200 mm <sup>(2)</sup>	100 mm ≤ D ≤ 1 200 mm <sup>(2)</sup>
β	d/D	0,40 ≤ β ≤ 0,70	0,30 ≤ β ≤ 0,75
Ra	Rugosité au col	Ra ≤ 10 <sup>-4</sup> .d	
	Rugosité cylindre d'entrée et convergent	Ra ≤ 5.10 <sup>-4</sup> .D	
l	Longueur minimale cylindre d'entrée	l = D	
l'	Longueur convergent d'entrée	l' = 2,7.(D - d)	
α	Angle du convergent d'entrée	α = 21° ± 1°	
lc	Longueur du col	lc = d ± 0,03.d	
φ	Angle divergent de sortie	7° ≤ φ ≤ 15°	

<sup>(1)</sup> Pour plus de détails, voir section « Informations techniques » page 54.

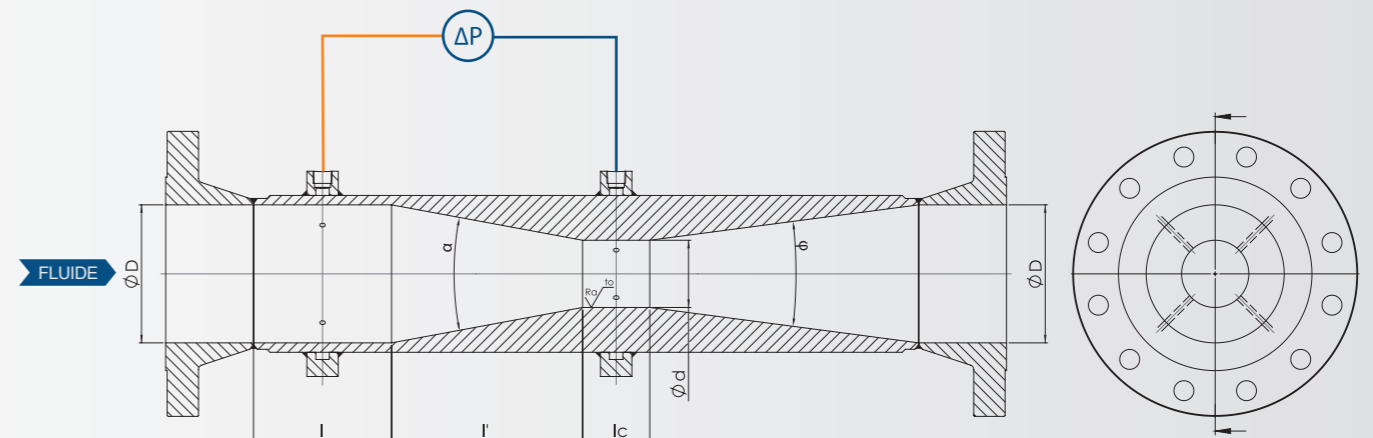
<sup>(2)</sup> Diamètre > 1 200 mm disponible sur demande.

# TUBE DE VENTURI USINÉ

Adapté pour petits diamètres et/ou faible perte de charge permanente

## DONNÉES GÉNÉRALES

- Normes : ISO 5167-1&4 ou ASME MFC-3M
- Raccordement à souder (BW) ou à brides<sup>(1)</sup>
- Matériau :
  - o Standard : acier carbone, acier inoxydable
  - o Autres<sup>(1)</sup> : suivant votre application
- Fluide : liquide, gaz, vapeur
- Canalisation de Ø 50 à 250 mm
- Précision : 1 % du débit max
- Répétabilité de la mesure : 0,1 %



Prises de pression amont et au col : chambre annulaire ou prises individuelles reliées « en triple T ».

## CARACTÉRISTIQUES TECHNIQUES

CARACTÉRISTIQUES TECHNIQUES		ISO 5167-1&4	ASME MFC-3M
Re <sub>D</sub>	Nombre de Reynolds dans canalisation	2.10 <sup>5</sup> ≤ Re <sub>D</sub> ≤ 10 <sup>6</sup>	2.10 <sup>5</sup> ≤ Re <sub>D</sub> ≤ 6.10 <sup>6</sup>
D	Diamètre intérieur tuyauterie	50 mm ≤ D ≤ 250 mm	
β	d/D	0,40 ≤ β ≤ 0,75	0,30 ≤ β ≤ 0,75
Ra	Rugosité au col	Ra ≤ 10 <sup>-4</sup> .d	
	Rugosité cylindre d'entrée et convergent	Ra ≤ 10 <sup>-4</sup> .d	
l	Longueur minimale cylindre d'entrée	l = D	
l'	Longueur convergent d'entrée	l' = 2,7.(D - d)	
α	Angle du convergent d'entrée	α = 21° ± 1°	
lc	Longueur du col	lc = d ± 0,03.d	
φ	Angle divergent de sortie	7° ≤ φ ≤ 15°	

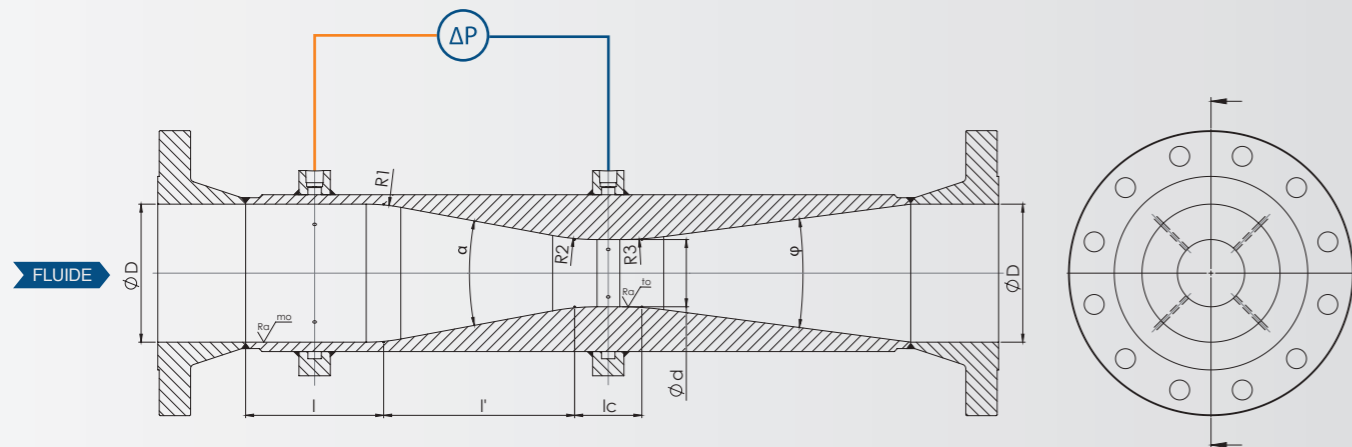
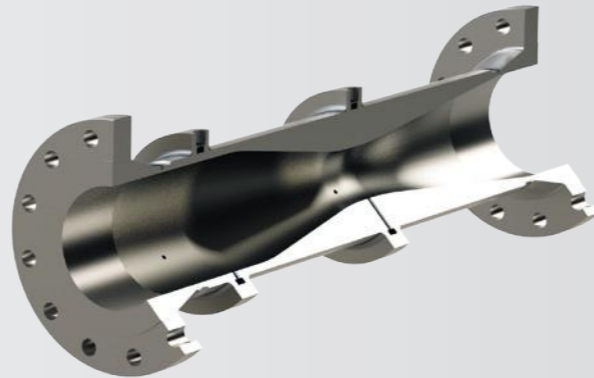
<sup>(1)</sup> Pour plus de détails, voir section « Informations techniques » page 54.

# TUBE DE VENTURI BRUT DE FONDERIE

Pour une meilleure précision

## DONNÉES GÉNÉRALES

- Normes : ISO 5167-1&4 ou ASME MFC-3M
- Raccordement à souder (BW) ou à brides<sup>(1)</sup>
- Matériau :
  - o Standard : acier carbone, acier inoxydable
  - o Autres<sup>(1)</sup> : suivant votre application
- Fluide : liquide, gaz, vapeur
- Canalisation de Ø 100 à 1 200 mm
- Précision : 0,7 % du débit max
- Répétabilité de la mesure : 0,1 %



Prises de pression amont et au col : chambre annulaire ou prises individuelles reliées « en triple T ».

## CARACTÉRISTIQUES TECHNIQUES

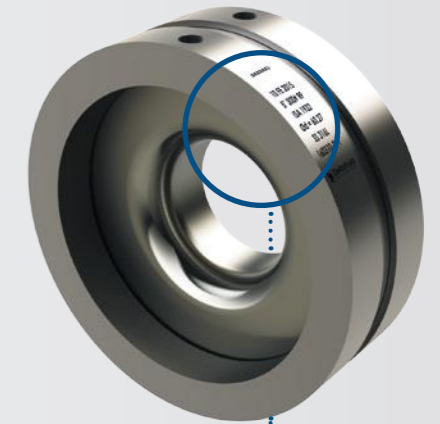
		ISO 5167-1&4	ASME MFC-3M
$Re_D$	Nombre de Reynolds dans canalisation	$2 \cdot 10^5 \leq Re_D \leq 2 \cdot 10^6$	$2 \cdot 10^5 \leq Re_D \leq 6 \cdot 10^6$
D	Diamètre intérieur tuyauterie	$100 \text{ mm} \leq D \leq 800 \text{ mm}$	$100 \text{ mm} \leq D \leq 1 \text{ 200 mm}$
$\beta$	d/D	$0,30 \leq \beta \leq 0,75$	
$Ra$	Rugosité au col	$Ra \leq 10^{-4} \cdot d$	
	Rugosité cylindre d'entrée et convergent	$Ra \leq 10^{-4} \cdot D$	
l	Longueur minimale cylindre d'entrée	$l = D$ ou <sup>(2)</sup> $(0,25 \cdot D + 250 \text{ mm})$	
l'	Longueur convergent d'entrée	$l' = 2,7 \cdot (D - d)$	
$\alpha$	Angle du convergent d'entrée	$\alpha = 21^\circ \pm 1^\circ$	
lc	Longueur du col	$lc = d \pm 0,03 \cdot d$ (valeur minimum = d/3)	
$R_1$	Rayon du congé 1 entre le cylindre d'entrée et le convergent	$R_1 = 1,375 \cdot D \pm 0,275 \cdot D$	
$R_2$	Rayon du congé 2 entre le convergent et le col	$R_2 = 3,625 \cdot d \pm 0,125 \cdot d$	
$R_3$	Rayon du congé 3 entre le col et le divergent	$5 \cdot d < R_3 < 15 \cdot d$	
$\varphi$	Angle divergent de sortie	$7^\circ \leq \varphi \leq 15^\circ$	

# TUYÈRE ISA 1932

Adaptée pour de gros débits avec vitesses élevées

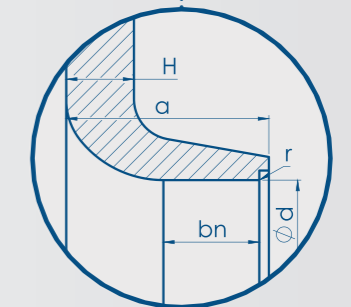
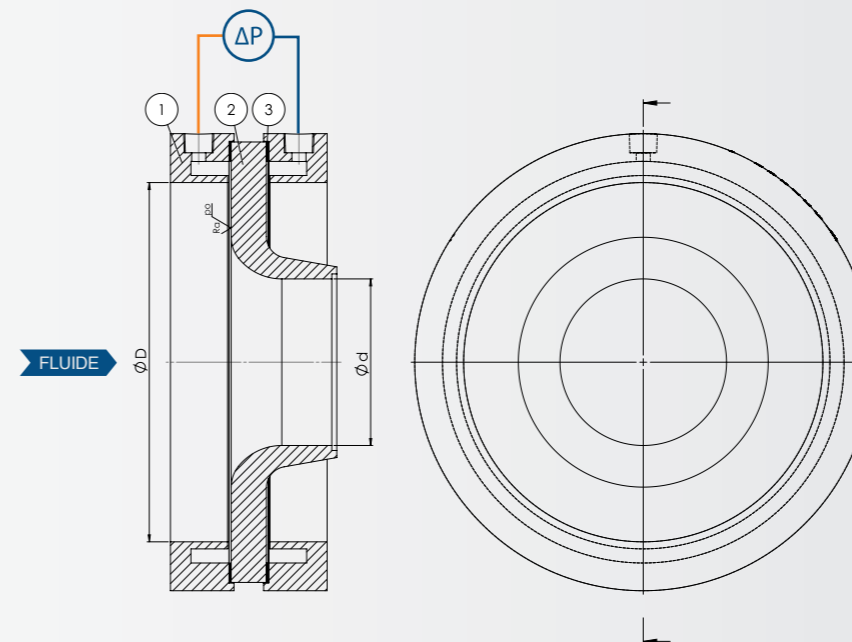
## DONNÉES GÉNÉRALES

- Normes : ISO 5167-1&3 ou ASME MFC-3M
- Montage entre brides<sup>(1)</sup> :
  - o ISO PN 2,5 à 420
  - o ASME 150# à 2500#
  - o Autres : nous consulter
- ou raccordement à souder (BW)
- Matériau :
  - o Standard : acier carbone, acier inoxydable
  - o Autres<sup>(1)</sup> : suivant votre application
- Fluide : liquide, gaz, vapeur
- Canalisation de Ø 50 à 500 mm
- Précision : 0,8 % du débit max
- Répétabilité de la mesure : 0,1 %



prise de pression<sup>(1)</sup>  
 $\Delta P$   
0/0

REPÈRE	DÉSIGNATION
1	Chambre annulaire
2	Tuyère ISA 1932
3	Joint



En option : stellite<sup>(1)</sup>

## CARACTÉRISTIQUES TECHNIQUES

		ISO 5167-1&3 & ASME MFC-3M
$Re_D$	Nombre de Reynolds dans canalisation	$2 \cdot 10^4 \leq Re_D \leq 10^7$
D	Diamètre intérieur tuyauterie	$50 \text{ mm} \leq D \leq 500 \text{ mm}$
$\beta$	d/D	$0,3 \leq \beta \leq 0,8$
$Ra$	Rugosité face amont et col	$Ra \leq 10^{-4} \cdot d$
$b_n$	Longueur du col cylindrique	$b_n = 0,3 \cdot d$
$\alpha$	Longueur totale de la tuyère	Nous consulter
r	Rayon arête vive aval	$r < 0,000 \text{ 4} \cdot d$
H	Épaisseur	$H \leq 0,1 \cdot D$

<sup>(1)</sup> Pour plus de détails, voir section « Informations techniques » page 54.

<sup>(1)</sup> Pour plus de détails, voir section « Informations techniques » page 54.

<sup>(2)</sup> Prendre la plus petite de ces deux valeurs.

# TUYÈRE LONG RAYON

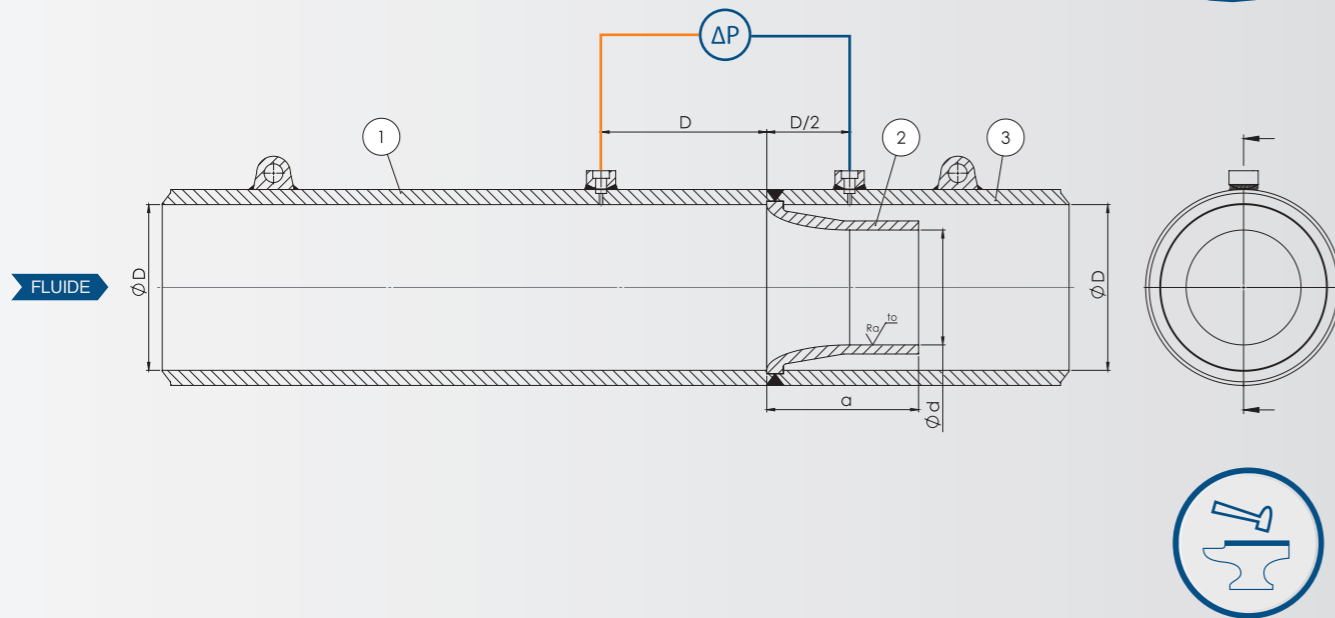
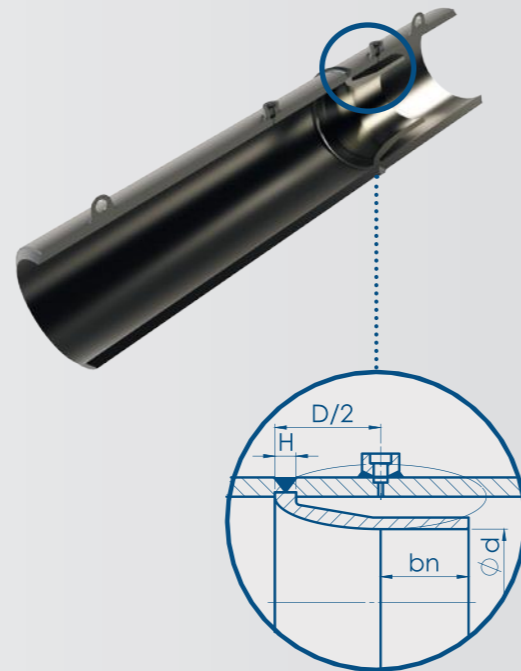
Adaptée pour de gros débits vapeur

## DONNÉES GÉNÉRALES

- Normes : ISO 5167-1&3 ou ASME MFC-3M
- Montage entre brides<sup>(1)</sup> :
  - o ISO PN 2,5 à 420
  - o ASME 150# à 2500#
  - o Autres : nous consulter
- ou raccordement à souder (BW)
- Matériau :
  - o Standard : acier carbone, acier inoxydable
  - o Autres<sup>(1)</sup> : suivant votre application
- Fluide : liquide, gaz, vapeur
- Canalisation de Ø 50 à 500 mm
- Précision : 2 % du débit max
- Répétabilité de la mesure : 0,1 %

$\Delta P$   
D-D/2  
prise de pression<sup>(1)</sup>

REPÈRE	DÉSIGNATION
1	Tube amont
2	Tuyère long rayon
3	Tube aval



En option : stellite<sup>(1)</sup>

## CARACTÉRISTIQUES TECHNIQUES

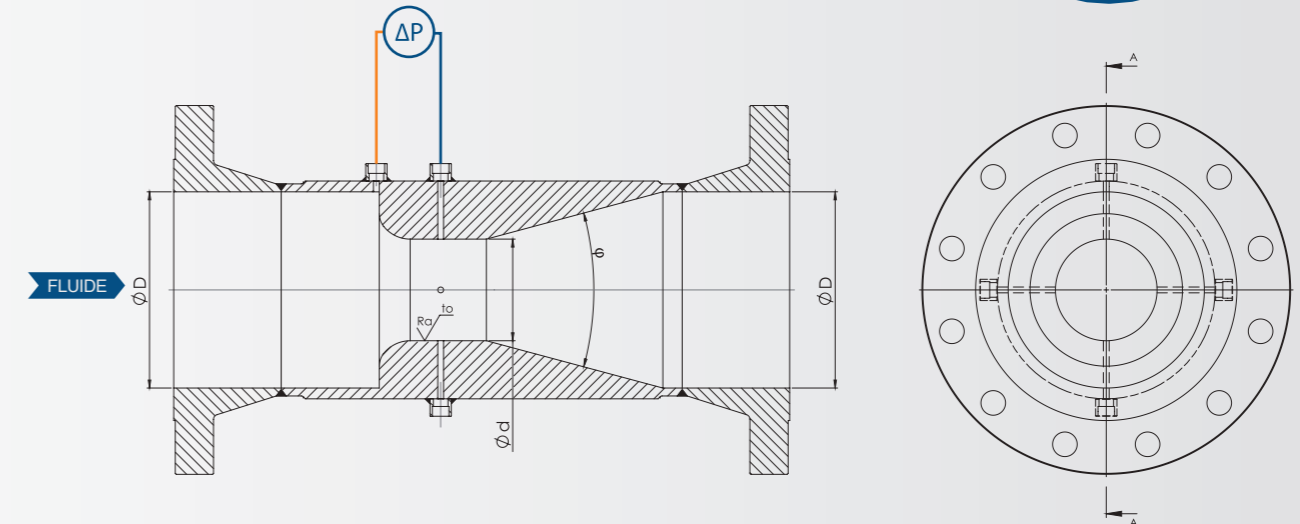
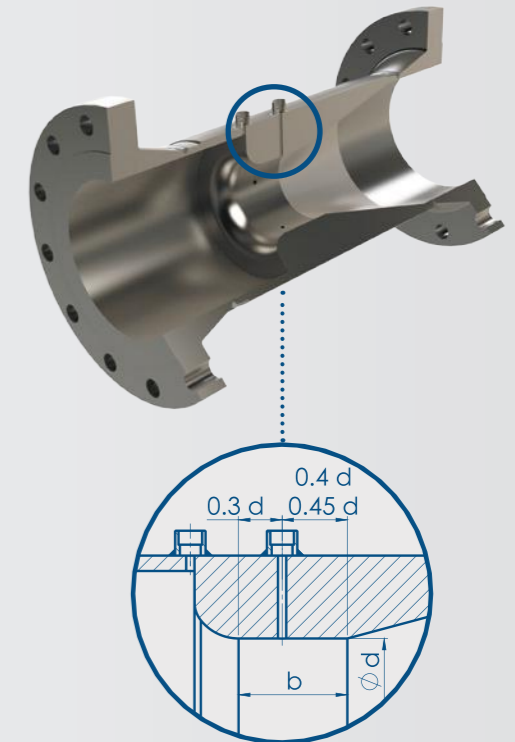
		ISO 5167-1&3 & ASME MFC-3M	
		Grand rapport d'ouverture	Petit rapport d'ouverture
Re <sub>D</sub>	Nombre de Reynolds dans canalisation	10 <sup>4</sup> ≤ Re <sub>D</sub> ≤ 10 <sup>7</sup>	
D	Diamètre intérieur tuyauterie	50 mm ≤ D ≤ 630 mm	
β	d/D	0,25 ≤ β ≤ 0,8	0,2 ≤ β ≤ 0,5
Rα	Rugosité face amont et col	Rα ≤ 10 <sup>-4</sup> .d	
b <sub>n</sub>	Longueur du col cylindrique	b <sub>n</sub> = 0,6.d	
α	Longueur totale de la tuyère	α = D/2 + 0,6.d	α = d + 0,6.d
H	Épaisseur	3 mm ≤ H ≤ 0,15.D	

# VENTURI-TUYÈRE USINÉ OU MÉCANO-SOUDÉ

Adapté pour de gros débits avec faible perte de charge permanente

## DONNÉES GÉNÉRALES

- Norme : ISO 5167-1&3 ou ASME MFC-3M
- Raccordement à souder (BW) ou à brides<sup>(1)</sup>
- Matériau :
  - o Standard : acier carbone, acier inoxydable
  - o Autres<sup>(1)</sup> : suivant votre application
- Fluide : liquide, gaz, vapeur
- Canalisation de Ø 65 à 500 mm
- Précision : > 1,2 % du débit max
- Répétabilité de la mesure : 0,1 %



Prises de pression au col : chambre annulaire ou prises individuelles reliées « en triple T ».

## CARACTÉRISTIQUES TECHNIQUES

		ISO 5167-1&3 & ASME MFC-3M
Re <sub>D</sub>	Nombre de Reynolds dans canalisation	1,5.10 <sup>5</sup> ≤ Re <sub>D</sub> ≤ 2.10 <sup>6</sup>
D	Diamètre intérieur tuyauterie	65 mm ≤ D ≤ 500 mm
d	Diamètre orifice	d ≥ 50 mm
β	d/D	0,316 ≤ β ≤ 0,775
Rα	Rugosité face amont et surfaces internes	Rα ≤ 10 <sup>-4</sup> .d
b	Longueur du col cylindrique	b = 0,7.d à 0,75.d
φ	Angle divergent de sortie	φ ≤ 30°

<sup>(1)</sup> Pour plus de détails, voir section « Informations techniques » page 54.

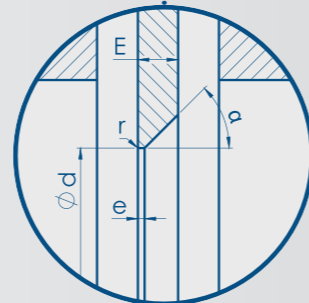
<sup>(1)</sup> Pour plus de détails, voir section « Informations techniques » page 54.

# ORIFICE INTÉGRÉ

Élément de mesure complet avec brides spéciales  
Adapté pour des tuyauteries de diamètre ≤ 40 mm

## DONNÉES GÉNÉRALES

- Norme : ASME MFC-14M
- Montage de la plaque à orifice à arête vive intégrée entre brides spéciales (montage direct du manifold et du transmetteur de pression différentielle)
- Raccordement à souder (BW) ou à brides<sup>(1)</sup>
- Matériau :
  - o Standard : acier carbone, acier inoxydable
  - o Autres<sup>(1)</sup> : suivant votre application
- Fluide : liquide, gaz, vapeur
- Canalisation de Ø 6 à 40 mm
- Précision : 0,5 % du débit max
- Répétabilité de la mesure : 0,1 %

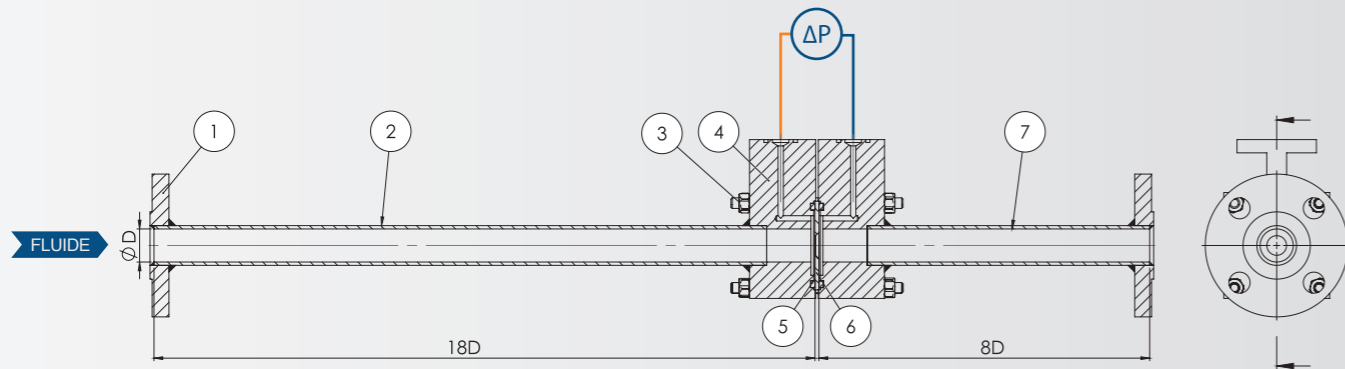


$\Delta P$   
0/0

prise de pression<sup>(1)</sup>

REPÈRE	DÉSIGNATION
1	Bride
2	Tube amont
3	Boulonnerie
4	Chambre annulaire
5	Joint
6	Plaque à orifice à arête vive
7	Tube aval

La construction est réalisée dans le respect des normes (élément primaire, rugosité des tubes amont et aval, centrage de l'élément primaire, circularité de la tuyauterie, longueurs droites amont et aval...) de façon à atteindre une précision de mesure optimale.<sup>(1)</sup>



## CARACTÉRISTIQUES TECHNIQUES

CARACTÉRISTIQUES TECHNIQUES		ASME MFC-14M
Re <sub>D</sub>	Nombre de Reynolds dans canalisation	Re <sub>D</sub> > 1 000
D	Diamètre intérieur tuyauterie	6 mm ≤ D ≤ 40 mm
β	d/D	0,1 ≤ β ≤ 0,8
Plaque à arête vive		
Ra	Rugosité face amont plaque	Ra < 1,27 μm
r	Rayon arête vive	r < 0,000 4.d ou <sup>(2)</sup> 0,025 μm
e	Épaisseur orifice	e < 0,02.D ou <sup>(2)</sup> 0,125.d
E	Épaisseur plaque	E < 3,2 mm
α	Angle chanfrein aval plaque	α = 45° ± 15°
t	Tolérance planéité	t < 0,01.(D - d)/2

<sup>(1)</sup> Pour plus de détails, voir section « Informations techniques » page 54.

<sup>(2)</sup> Prendre la plus petite des deux valeurs.

# SECTION DE MESURE

Élément de mesure complet et flexible pour faciliter l'installation sur site

## DONNÉES GÉNÉRALES

- Normes : ISO 5167-1&2, ASME MFC-3M ou ISO/TR 15377
- Montage de l'élément primaire entre brides<sup>(1)</sup> :
  - o ISO PN 2,5 à 420
  - o ASME 150# à 2500#
  - o Autres : nous consulter
- Raccordement à souder (BW) ou à brides<sup>(1)</sup>
- Matériau :
  - o Standard : acier carbone, acier inoxydable
  - o Autres<sup>(1)</sup> : suivant votre application
- Fluide : liquide, gaz, vapeur
- Canalisation de Ø 25 à 300 mm (pour une facilité de montage)
- Précision : suivant l'élément primaire choisi
- Répétabilité de la mesure : 0,1 %



$\Delta P$   
0/0

prises de pression<sup>(1)</sup>

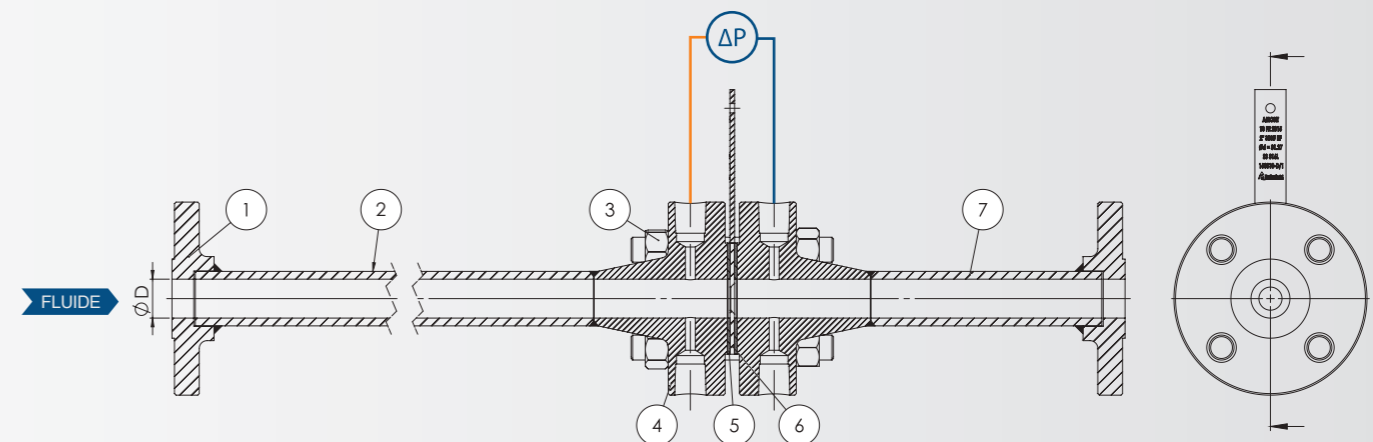
$\Delta P$   
25/25

REPÈRE	DÉSIGNATION
1	Bride
2	Tube amont
3	Boulonnerie
4	Bride à orifice*
5	Joint
6	Plaque à orifice**
7	Tube aval

\* montage également possible entre chambre annulaire

\*\* tous les types de plaques à orifice (ainsi que les tuyères) peuvent être montés dans une section de mesure

L'assemblage est réalisé dans nos ateliers dans le respect des normes (rugosité des tubes amont et aval, centrage de l'élément primaire, circularité de la tuyauterie, longueurs droites amont et aval...) de façon à atteindre une précision de mesure optimale.



## CARACTÉRISTIQUES TECHNIQUES - selon l'élément de mesure choisi

Plaques à orifice	Voir fiche technique correspondante	p 10 à 15
Tuyères	Voir fiche technique correspondante	p 19 à 20
Longueurs droites amont et aval, rugosité et circularité des tubes, centrage élément de mesure <sup>(1)</sup>		p 72 à 78

## ACCESSOIRES

Manifold	Voir fiche technique correspondante	p 51
Transmetteur de pression différentielle	Voir fiche technique correspondante	p 52

<sup>(1)</sup> Pour plus de détails, voir section « Informations techniques » page 54.

# TUBE DE MESURE HAUTE PRECISION

Tube complet de mesure pour faciliter l'installation sur site et pour disposer d'une mesure précise du débit

## DONNÉES GÉNÉRALES

- Normes : ISO 5167-1&2, ASME MFC-3M ou ISO/TR 15377
- Montage de l'élément primaire entre brides<sup>(1)</sup> :
  - o ISO PN 2,5 à 420
  - o ASME 150# à 2500#
  - o Autres : nous consulter
- Raccordement à souder (BW) ou à brides<sup>(1)</sup>
- Matériau :
  - o Standard : acier inoxydable 304L / 316L
  - o Autres<sup>(1)</sup> : suivant votre application
- Fluide : liquide, gaz, vapeur
- Canalisation de Ø 25 à 300 mm (pour une facilité de montage)
- Précision globale de la mesure  $\leq 1\%$
- Répétabilité de la mesure : 0,1 %



$\Delta P$   
0/0

$\Delta P$   
25/25

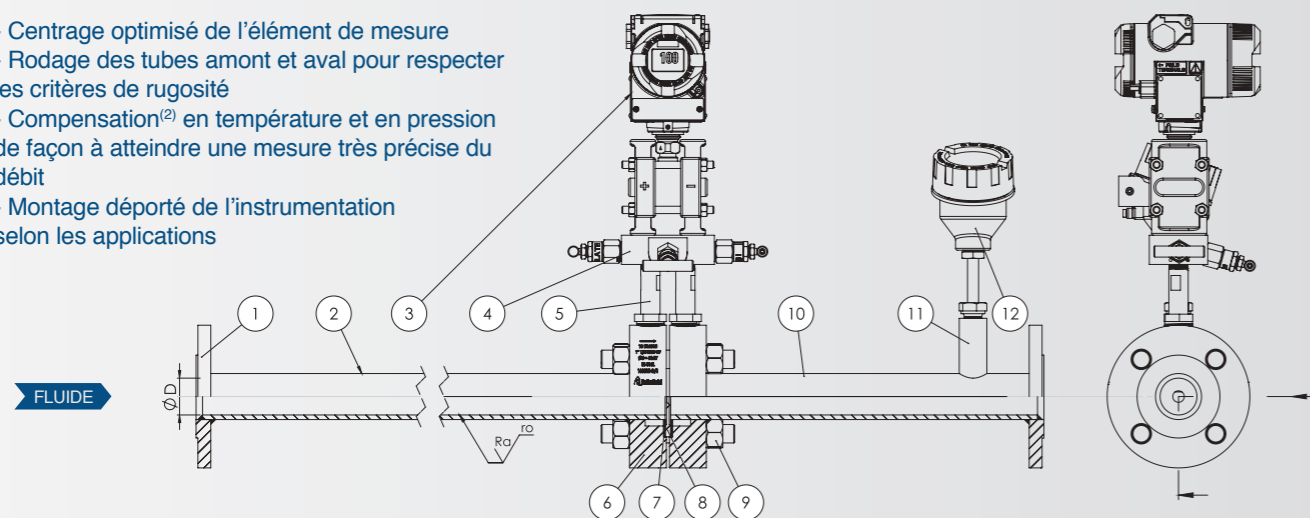
prises de pression<sup>(1)</sup>

REPÈRE	DÉSIGNATION	REPÈRE	DÉSIGNATION
1	Bride plate	7	Joint
2	Tube amont	8	Plaque à orifice**
3	Transmetteur de pression différentielle	9	Boulonnerie
4	Manifold	10	Tube aval
5	Tube de raccordement	11	Manchon
6	Chambre annulaire*	12	Sonde de température

\* montage également possible entre brides

\*\* tous les types de plaques à orifice (ainsi que les tuyères) peuvent être montés dans une section de mesure

- Centrage optimisé de l'élément de mesure
- Rodage des tubes amont et aval pour respecter les critères de rugosité
- Compensation<sup>(2)</sup> en température et en pression de façon à atteindre une mesure très précise du débit
- Montage déporté de l'instrumentation selon les applications



## CARACTÉRISTIQUES TECHNIQUES - selon l'élément de mesure choisi

Plaques à orifice	Voir fiche technique correspondante	p 10 à 15
Tuyères		p 19 à 20
Longueurs droites amont et aval, rugosité et circularité des tubes, centrage élément de mesure <sup>(1)</sup>		p 72 à 78

## ACCESSOIRES

Capteur de température	Sonde montée sur le tube aval	p 41
Transmetteur multivariable <sup>(2)</sup>	Ce transmetteur permet la correction de la masse volumique des gaz en fonction de la température et de la pression	p 52

<sup>(1)</sup> Pour plus de détails, voir section « Informations techniques » page 54.

<sup>(2)</sup> La masse volumique des gaz et de la vapeur est variable en fonction de leur température et pression. Une compensation est indispensable pour une mesure de précision.

# DÉBITMÈTRE COMPACT

Installation simple, économique et garantie sans fuite

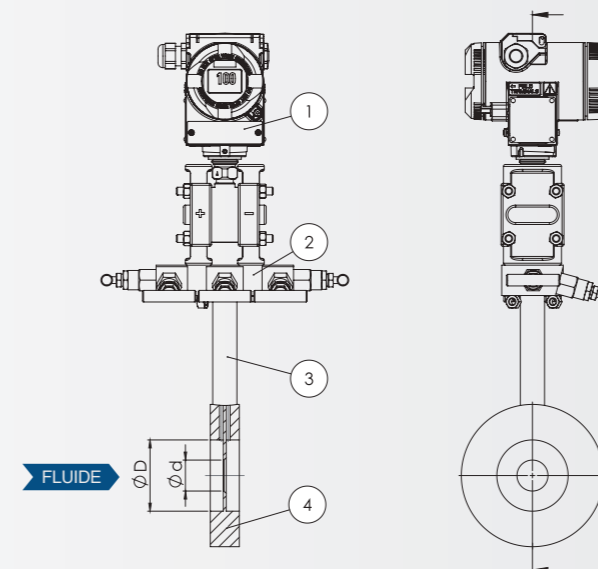
## DONNÉES GÉNÉRALES

- Normes : ISO 5167-1&2, ISO/TR 15377 ou ASME MFC-3M
- Montage entre brides<sup>(1)</sup> :
  - o ISO PN 2,5 à 420
  - o ASME 150# à 2500#
  - o Autres : nous consulter
- Matériau :
  - o Standard : acier inoxydable 304L / 316L
  - o Autres<sup>(1)</sup> : suivant votre application
- Fluide : liquide, gaz, vapeur
- Canalisation de Ø 25 à 600 mm – au-delà, nous consulter
- Précision : 0,5 % du débit max
- Répétabilité de la mesure : 0,1 %

$\Delta P$   
0/0

prise de pression<sup>(1)</sup>

REPÈRE	DÉSIGNATION
1	Transmetteur de pression différentielle
2	Manifold
3	Tube de raccordement
4	Monobloc



- Montage direct du transmetteur de pression différentielle, pas de tubes de liaison
- Coûts d'installation et de mise en service réduits
- Pas de risque de fuite : appareil testé en usine, pas de maintenance

Le débitmètre compact comprend :

- l'orifice souhaité,
- les prises de pression compactes,
- le manifold 3 ou 5 voies intégré ou platine,
- le transmetteur de pression différentielle pré-réglé en option.

## CARACTÉRISTIQUES TECHNIQUES - selon l'élément de mesure choisi

Plaques à orifice (arête vive, entrée conique, quart de cercle, excentrique, segmentaire, multi-trou)	Voir fiche technique correspondante	p 10 à 15
---	-------------------------------------	-----------

## ACCESSOIRES

Capteur de température	Fourniture d'une sonde directement intégrée au débitmètre compact	p 41
Transmetteur multivariable <sup>(2)</sup>	Ce transmetteur permet la correction de la masse volumique des gaz en fonction de la température et de la pression	p 52

<sup>(1)</sup> Pour plus de détails, voir section « Informations techniques » page 54.

<sup>(2)</sup> La masse volumique des gaz et de la vapeur est variable en fonction de leur température et pression. Une compensation est indispensable pour une mesure de précision.

# TUBE PITOT

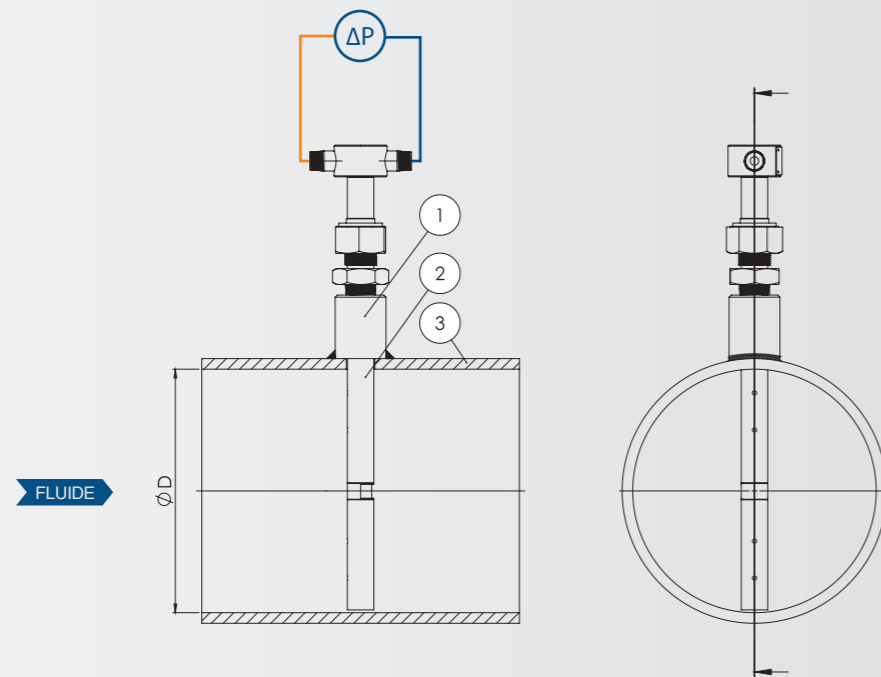
Adapté pour la mesure de débit dans de larges conduites, pour des installations avec une faible perte de charge

## DONNÉES GÉNÉRALES

- Norme : ASME MFC-12M
- Mesure moyennée sur toute la longueur du tube
- Montage sur la canalisation :
  - o à raccord de compression
  - o à bride : ISO PN 2,5 à 420 ou ASME 150# à 2500#
  - o rétractable
- Matériau :
  - o Standard : acier inoxydable 304L / 316L
  - o Autres<sup>(1)</sup> : suivant votre application
- Fluide : liquide, gaz, vapeur
- Canalisation de Ø 100 à 5 000 mm
- Précision : nous contacter
- Répétabilité de la mesure : 0,1 %



REPÈRE	DÉSIGNATION
1	Bossage
2	Tube de pitot
3	Canalisation



## CARACTÉRISTIQUES TECHNIQUES

CARACTÉRISTIQUES TECHNIQUES		ASME MFC-12M
Re <sub>D</sub>	Nombre de Reynolds dans canalisation	Re <sub>D</sub> > 1,2.10 <sup>4</sup>
D	Diamètre intérieur tuyauterie	100 mm ≤ D ≤ 5 000 mm
L1	Longueur droite amont	L1 ≥ 7.D
L2	Longueur droite aval	L2 ≥ 3.D
P	Pression maximale admissible	P ≤ 600 bar
T	Température maximale admissible	T ≤ 1 300 °C
μ	Viscosité maximum du fluide	0,2 Pa.s

En cas de conditions extrêmes, un calcul permettant de vérifier la tenue mécanique sera effectué suivant ASME PTC 19.3.

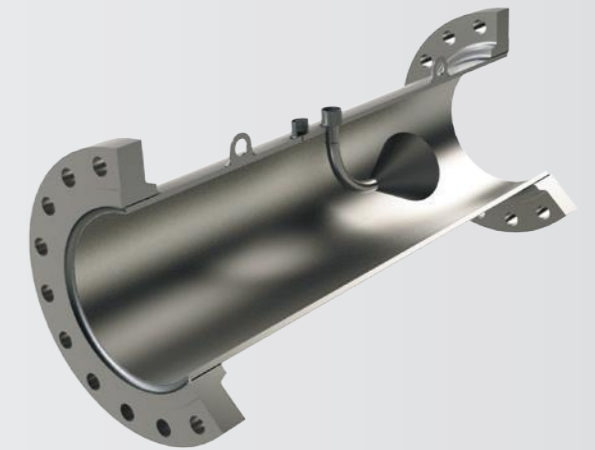
<sup>(1)</sup> Pour plus de détails, voir section « Informations techniques » page 54.

# CÔNE DE MESURE

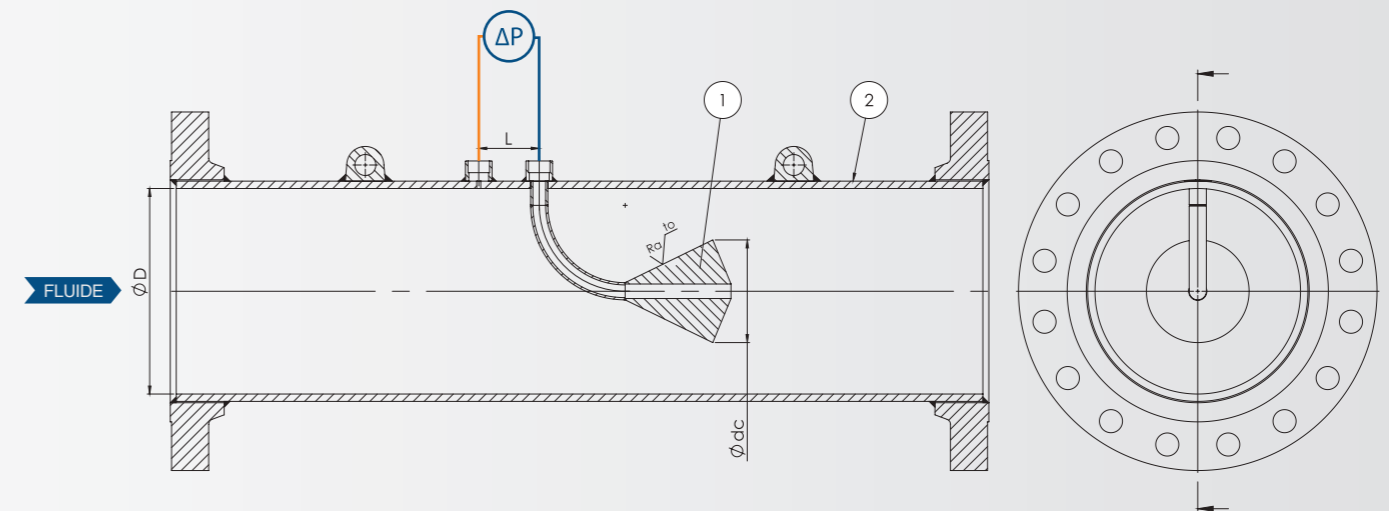
Adapté pour de faibles longueurs droites et pour de faibles débits

## DONNÉES GÉNÉRALES

- Norme : ISO 5167-1&5
- Raccordement à souder (BW) ou à brides<sup>(1)</sup>
- Matériau :
  - o Standard : acier carbone, acier inoxydable
  - o Autres<sup>(1)</sup> : suivant votre application
- Fluide : liquide, gaz, vapeur
- Canalisation de Ø 50 à 500 mm
- Précision : 5 % du débit max
- Répétabilité de la mesure : 0,1 %



REPÈRE	DÉSIGNATION
1	Cône
2	Tube



## CARACTÉRISTIQUES TECHNIQUES

CARACTÉRISTIQUES TECHNIQUES		ISO 5167-1&5
Re <sub>D</sub>	Nombre de Reynolds dans canalisation	8.10 <sup>4</sup> ≤ Re <sub>D</sub> ≤ 1,2.10 <sup>7</sup>
D	Diamètre intérieur tuyauterie	50 mm ≤ D ≤ 500 mm
β*	dc, diamètre cône de mesure à l'endroit où sa circonférence est maximale	0,45 ≤ β ≤ 0,75 <sup>(2)</sup>
R <sub>a</sub>	Rugosité surface cône	R <sub>a</sub> < 5.10 <sup>-4</sup> .d <sub>c</sub>
R <sub>1</sub>	Rayon de courbure du cône à sa circonférence max	R <sub>1</sub> < 0,000 5.d <sub>c</sub> ou < 0,2 mm
L	Distance entre prise pression amont et aval	50 mm ≤ L ≤ 2.D

$$\beta^* = \sqrt{1 - \frac{d_c^2}{D^2}}$$

<sup>(1)</sup> Pour plus de détails, voir section « Informations techniques » page 54.

<sup>(2)</sup> Pour β > 0,75, le cône de mesure devra être étalonné.

# DÉBITMÈTRE À COIN

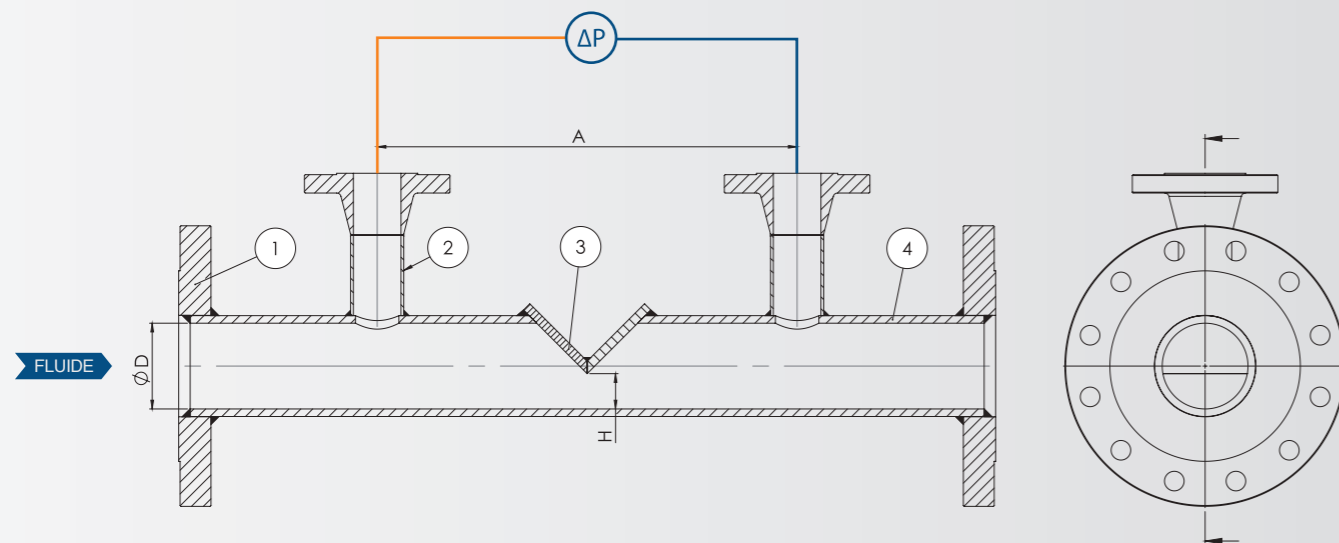
Adapté pour de faibles débits et fluides chargés d'impuretés

## DONNÉES GÉNÉRALES

- Norme : ISO 5167-1&6, R.W. MILLER
- Raccordement à souder (BW) ou à brides<sup>(1)</sup>
- Matériau :
  - o Standard : acier inoxydable 304L / 316L
  - o Autres<sup>(1)</sup> : suivant votre application
- Fluide : liquide, gaz, vapeur
- Canalisation de Ø 12,5 à 600 mm
- Mesure bi-directionnelle possible
- Précision : 2 % du débit max
- Répétabilité de la mesure : 0,1 %



REPÈRE	DÉSIGNATION
1	Bride
2	Prise de pression
3	Coin
4	Tube



## CARACTÉRISTIQUES TECHNIQUES

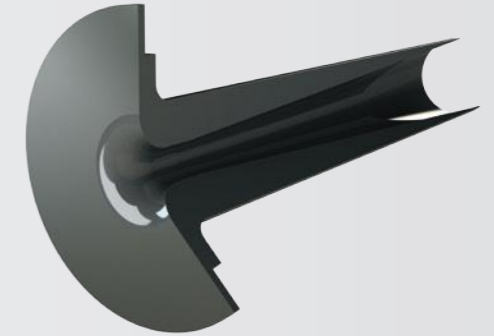
		ISO 5167-1&6	R.W. MILLER
Re <sub>D</sub>	Nombre de Reynolds dans canalisation	10 <sup>4</sup> ≤ Re <sub>D</sub> ≤ 9.10 <sup>6</sup>	Re <sub>D</sub> > 500
D	Diamètre intérieur tuyauterie	50 mm ≤ D ≤ 600 mm	12,5 mm ≤ D ≤ 600 mm
H	Hauteur orifice	-	H > 12,5 mm
H/D	Ratio de hauteur	0,2 ≤ H/D ≤ 0,6	0,2 ≤ H/D ≤ 0,5
β coin	β équivalent	0,377 ≤ β ≤ 0,791	0,3 ≤ β ≤ 0,71

# TUYÈRE SONIQUE POUR APPLICATIONS D'ÉTALONNAGE

Utilisée pour mesurer le débit de référence dans les applications d'étalonnage

## DONNÉES GÉNÉRALES

- Norme : ISO 9300, ASME PTC 19.5
- Raccordement à brides<sup>(1)</sup>
- Matériau :
  - o Standard : acier inoxydable 304L / 316L
  - o Autres<sup>(1)</sup> : nous consulter
- Fluide : gaz
- Valeur du β < 0,25 (β = d/D)
- Précision : 0,3 % du débit max
- Répétabilité de la mesure : 0,1 %



L'état sonique de la tuyère signifie que l'écoulement atteint la vitesse du son au passage du col. Dans ces conditions, le débit dépend principalement de la pression amont et de la température du fluide. Cela permet de délivrer un débit stable et parfaitement connu, indépendant des conditions de pression aval de la tuyère.

# VENTURI ET PLAQUE À ORIFICE POUR APPLICATIONS GAZ HUMIDE

Adaptés pour mesurer un débit multiphasique comprenant 95 % de gaz minimum

## DONNÉES GÉNÉRALES

- Norme : ISO/TR 11583
- Montage horizontal
- Matériau :
  - o Standard : acier inoxydable 304L / 316L
  - o Autres<sup>(1)</sup> : nous consulter
- Précision venturi : 2,5 à 6 % du débit max
- Précision plaque à orifice : 2 à 7 % du débit max
- Répétabilité de la mesure : 0,1 %
- Autres informations : voir fiches techniques venturi pages 16 à 18 et plaque à orifice pages 10 à 15



En complément des prises de pression de la norme ISO 5167, une 3ème prise de pression est nécessaire pour les applications gaz humide.

Elle est située 6D en aval :

- o de la plaque à orifice (avec drain),
- o ou à partir de l'extrémité du divergent pour le venturi.

Les longueurs droites réduites conformes à la norme ISO 5167 ne sont pas recommandées. Il est demandé de respecter les longueurs droites standards rappelées dans le chapitre « Informations techniques » pages 72 à 76. De même, l'utilisation de conditionneurs d'écoulement n'est pas recommandée.

<sup>(1)</sup> Pour plus de détails, voir section « Informations techniques » page 54.



# Limitation de débit et régulation de pression

Orifice de restriction  
pour limiter un débit ou  
réduire une pression | page **32**

Orifice de restriction  
simple orifice | page **34**

Orifice de restriction  
multi-orifice | page **35**

Optimisation du  
design des orifices  
de restriction | page **36**

Orifice de restriction  
multi-étagé | page **37**



# ORIFICE DE RESTRICTION

POUR **LIMITER** UN DÉBIT  
OU **RÉDUIRE** UNE PRESSION

Organe calibré placé dans une tuyauterie. Il est calculé selon vos spécifications techniques afin d'atteindre la valeur de pression ou de débit souhaitée tout en respectant l'intégrité de la plaque et de la tuyauterie. Ce type d'appareil est une très bonne alternative à une vanne de régulation non pilotée.

**ÉCONOMIQUE**

**ROBUSTE**

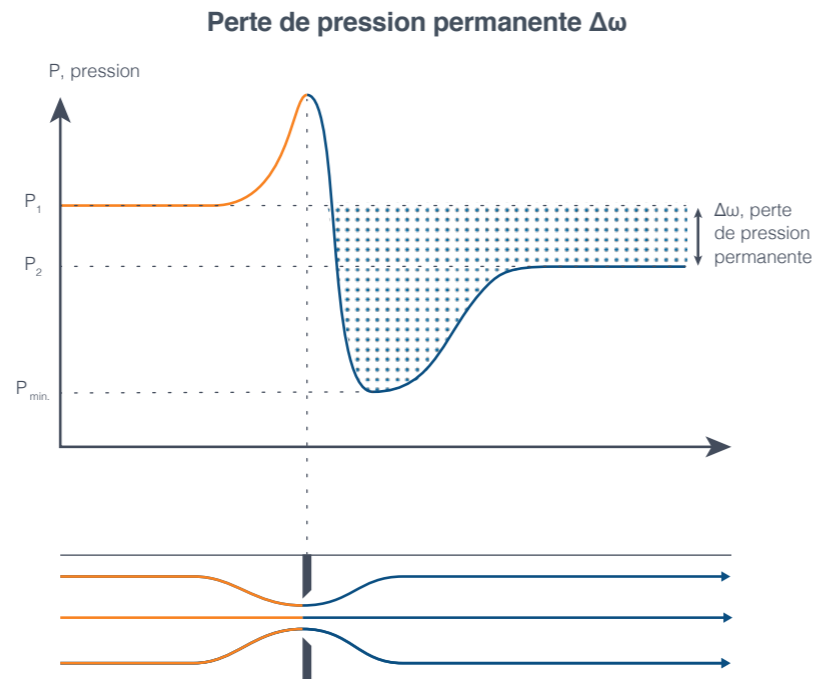
**SANS  
MAINTENANCE**

**Pour répondre à toutes vos applications :**  
fluides corrosifs : eau de mer, chlore, soufre liquide...

**même les plus extrêmes :**  
fluides haute température, haute pression

**grâce à une fabrication avec des matériaux et un design adaptés :**  
cupro-nickel, bronze, hastelloy®, duplex, titane, revêtement PTFE...

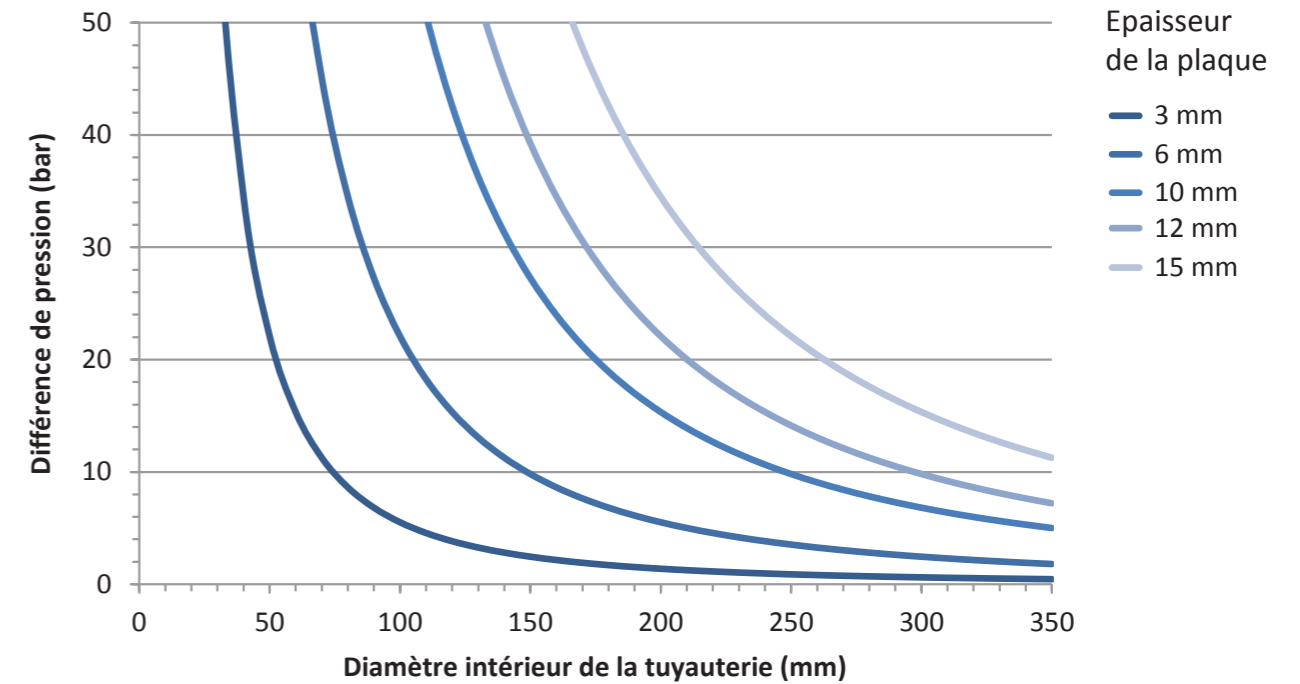
Comme pour la mesure de débit, **la pression du fluide diminue au passage d'une restriction** (voir page 06). Elle atteint sa valeur minimum peu après l'orifice ( $P_{min}$ ) puis réaugmente jusqu'à une valeur stable ( $P_2$ ). La perte de pression permanente  $\Delta\omega$  ( $P_1 - P_2$ ) générée par les turbulences permet de réduire la pression dans une canalisation et/ou de limiter le débit.



**Notre expertise couvre tous les aspects de l'étude et prend en compte les conditions de fonctionnement essentielles ainsi que les paramètres spécifiques comme le niveau de bruit, la cavitation et le débit critique (conditions soniques).**

Une fine compréhension de l'ensemble de ces phénomènes est nécessaire pour éviter une érosion prématurée de la canalisation et de la plaque, des niveaux de bruit et de vibration excessifs.

Différence de pression admissible d'un orifice de restriction  
(inox 316L à 20 °C)



L'épaisseur de la plaque est calculée en fonction de la pression différentielle générée et du diamètre intérieur de la tuyauterie pour éviter une déformation de la plaque pendant le fonctionnement.

Le graphique ci-dessus indique l'épaisseur minimale à respecter pour une plaque en Inox 316L à 20 °C selon la norme B31.3. Pour un calcul en première approche, la formule<sup>(1)</sup> qui permet de calculer l'épaisseur de plaque est celle ci-contre.

$$Ep = ID \sqrt{\frac{3P}{16SE}} + c$$

$Ep$  épaisseur de la plaque (mm)  
 $ID$  diamètre intérieur de la tuyauterie (mm)  
 $P$  pression (MPa)  
 $S$  contrainte maximale admissible (MPa) - voir tableau ci-dessous  
 $E$  facteur de qualité (est égal à 1 pour les types de matériaux cités ci-dessous)  
 $c$  épaisseur de corrosion (mm)

**S, CONTRAINTE MAXIMALE ADMISSIBLE (MPa)**

TEMPÉRATURES (°C)	40	65	100	150	200	250	300	350	400	500	600
<b>ACIER INOX (A240 316L)</b>	115	115	115	115	109	103	98,1	94,3	90,9	84,2	67,9
<b>ACIER CARBONE (A516 GR.70)</b>	161	161	159	154	150	144	136	128	101	-	-
<b>ACIER ALLIÉ (A385 GR.11)</b>	138	138	138	138	136	131	127	123	119	73,7	17,6

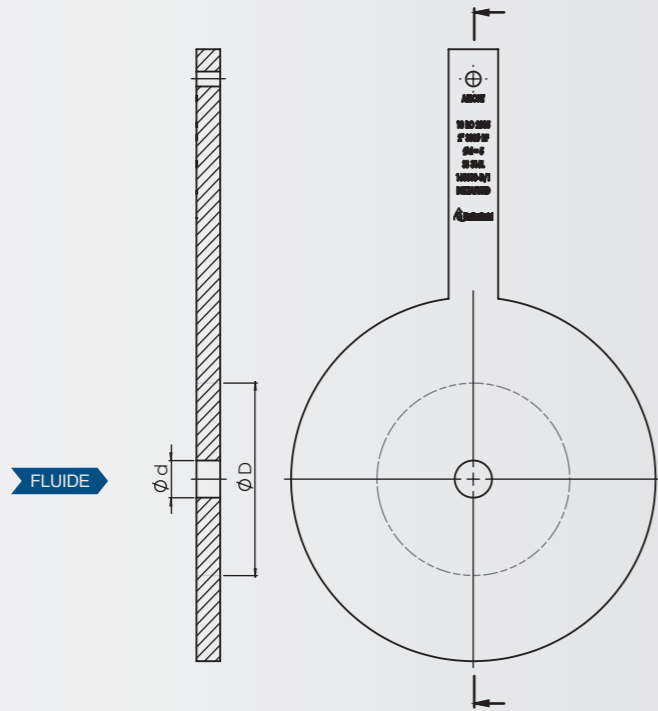
<sup>(1)</sup> Attention, cette formule ne prend pas en compte le facteur de joint.

# ORIFICE DE RESTRICTION SIMPLE ORIFICE

Solution économique

## DONNÉES GÉNÉRALES

- Élément conçu sur la base de la norme ISO 5167, ASME MFC-3M ou R.W. Miller
- Montage entre brides<sup>(1)</sup> :
  - o ISO PN 2,5 à PN 420
  - o ASME 150# à 2500#
  - o Autres : nous consulter
- Matériau :
  - o Standard : acier inoxydable 304L / 316L
  - o Autres<sup>(1)</sup> : suivant votre application
- Fluide : liquide, gaz, vapeur
- Pour toutes tailles de canalisations



En option : stellite<sup>(1)</sup>

## DESCRIPTIF TECHNIQUE

Diamètre orifice	Dimensionné en fonction du fluide, de la chute de pression et du débit souhaités au passage de la restriction.
Épaisseur plaque	Calculée en tenant compte de la chute de pression générée par la plaque et du diamètre de la tuyauterie afin d'éviter une déformation de la plaque.
Bruit	Contrôle du niveau de bruit estimé à 1 m. En cas de niveau de bruit important, se référer à la plaque multi-orifice – voir page 35.
Cavitation <sup>(2)</sup>	Le niveau de cavitation est vérifié pour chaque plaque. En présence de cavitation, une alternative en multi-étage peut être proposée en fonction des conditions de fonctionnement de la restriction.
Débit critique ou Choked flow <sup>(2)</sup>	Si le fluide atteint sa vitesse maximale au passage de la restriction, son débit ne peut plus augmenter. Une solution en multi-étagé peut être proposée en fonction des conditions de fonctionnement de la restriction – voir page 37.

<sup>(1)</sup> Pour plus de détails, voir section « Informations techniques » page 54.

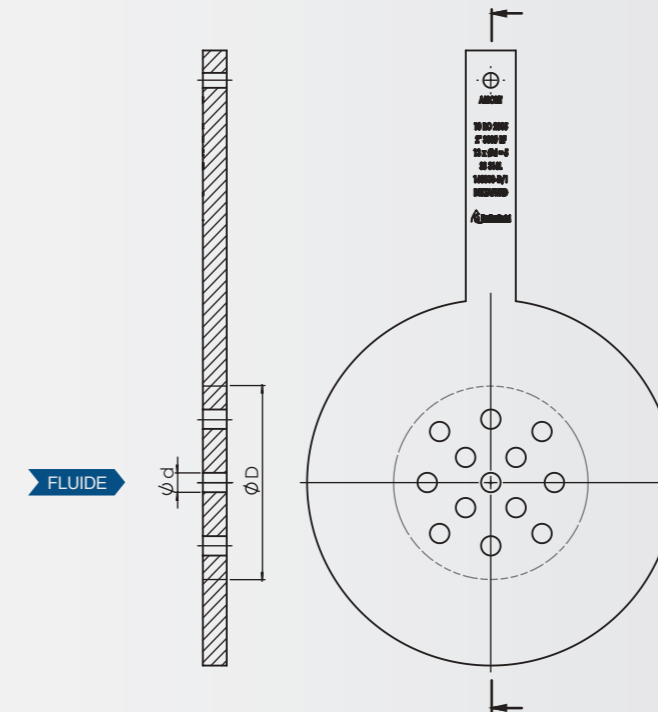
<sup>(2)</sup> Pour plus de détails, voir page 36.

# ORIFICE DE RESTRICTION MULTI-ORIFICE

Adapté pour réduire le bruit au passage de l'orifice

## DONNÉES GÉNÉRALES

- Élément conçu sur la base de la norme ISO 5167, ASME MFC-3M ou R.W. Miller
- Conception suivant Idel'cik pour orifices à bords arrondis ou chanfreinés possible sur demande
- Montage entre brides<sup>(1)</sup> :
  - o ISO PN 2,5 à PN 420
  - o ASME 150# à 2500#
  - o Autres : nous consulter
- Matériau :
  - o Standard : acier inoxydable 304L / 316L
  - o Autres<sup>(1)</sup> : suivant votre application
- Fluide : liquide, gaz, vapeur
- Pour toutes tailles de canalisations



En option : stellite<sup>(1)</sup>

## DESCRIPTIF TECHNIQUE

Orifices	Dimensionnés en fonction du fluide, de la chute de pression et du débit souhaités au passage de la restriction.
Épaisseur plaque	Calculée en tenant compte de la chute de pression générée par la plaque et du diamètre de la tuyauterie afin d'éviter une déformation de la plaque.
Bruit	Le nombre d'orifices est déterminé en fonction du niveau de bruit à ne pas dépasser. Le niveau de bruit maximum dépend des conditions de fonctionnement : limité à 85 dB(A) par le cadre réglementaire pour une exposition quotidienne moyenne en fonctionnement continu. Fonctionnement intermittent ou d'urgence - valeurs supérieures acceptables (voir réglementations correspondantes). Si le niveau de bruit reste encore trop important, possibilité de passer en orifice de restriction multi-étagé.
Cavitation <sup>(2)</sup>	Le niveau de cavitation est vérifié pour chaque plaque et les orifices sont calculés de façon à éviter la cavitation.
Débit critique ou Choked flow <sup>(2)</sup>	Les orifices sont calculés en limite de débit critique pour une chute de pression maximale.

<sup>(1)</sup> Pour plus de détails, voir section « Informations techniques » page 54.

<sup>(2)</sup> Pour plus de détails, voir page 36.

# OPTIMISATION DU DESIGN DES ORIFICES DE RESTRICTION

## CAVITATION - DÉBIT CRITIQUE – BRUIT

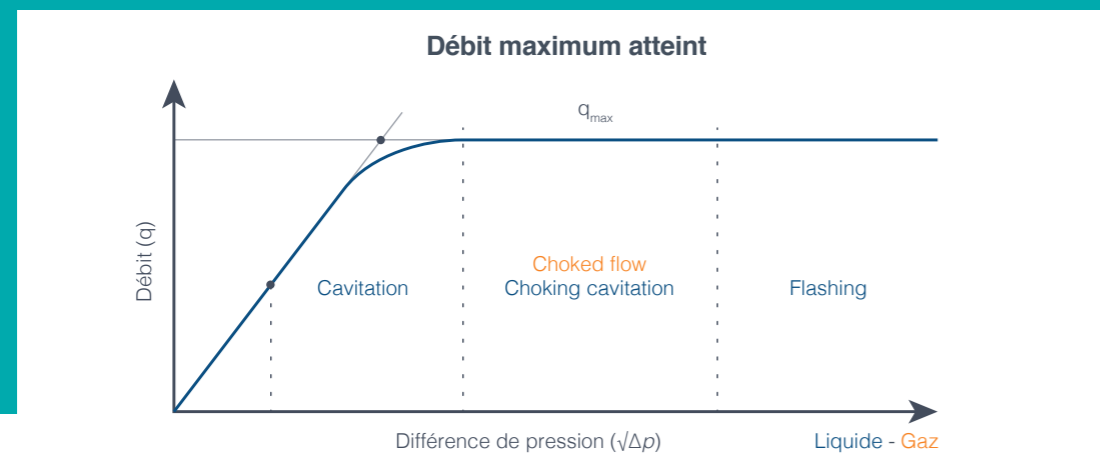
### CAVITATION

La cavitation dans un liquide correspond à la formation de bulles de gaz due à une pression locale trop faible (inférieure à la pression de vaporisation), ce qui peut arriver quand la pression chute au passage de l'orifice. L'implosion de ces bulles de gaz génère des niveaux de bruit importants et peut endommager les éléments métalliques.

Si la pression demeure inférieure à la pression de vaporisation en aval de la restriction, le fluide reste sous forme gazeuse. C'est le phénomène de flashing.

### DÉBIT CRITIQUE

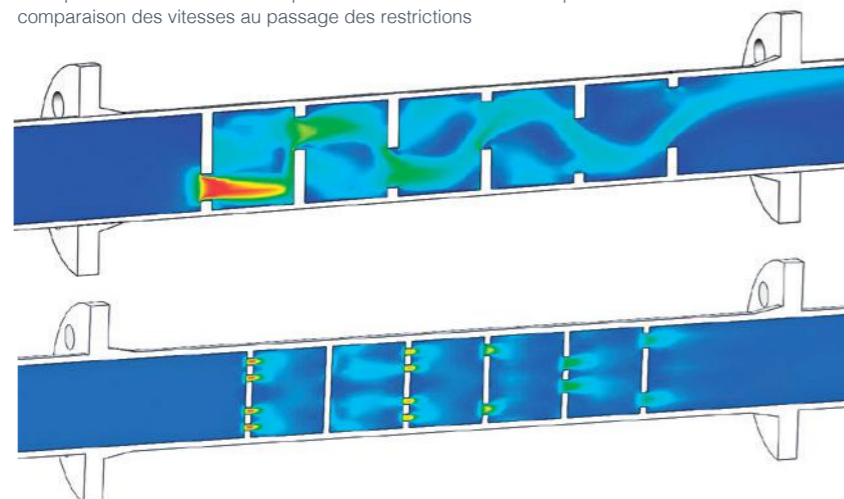
Au voisinage de la restriction, le fluide est accéléré jusqu'à atteindre sa vitesse maximale au niveau de la restriction. Si la vitesse sonique est atteinte (choked flow) ou que la cavitation est trop importante (choking cavitation), le débit passant à travers cet orifice n'augmente plus même si la pression aval continue de baisser.



Pour éviter les deux phénomènes cités ci-dessus ou **pour diminuer le niveau de bruit de l'appareil**, un orifice de restriction multi-étagé peut être proposé.

Pour optimiser le design et valider les calculs analytiques d'applications complexes, notre bureau d'études est capable de réaliser des simulations d'écoulement des fluides (CFD).

Exemple : validation de la conception d'un orifice de restriction après comparaison des vitesses au passage des restrictions



Vitesse du fluide avec des plaques simple orifice

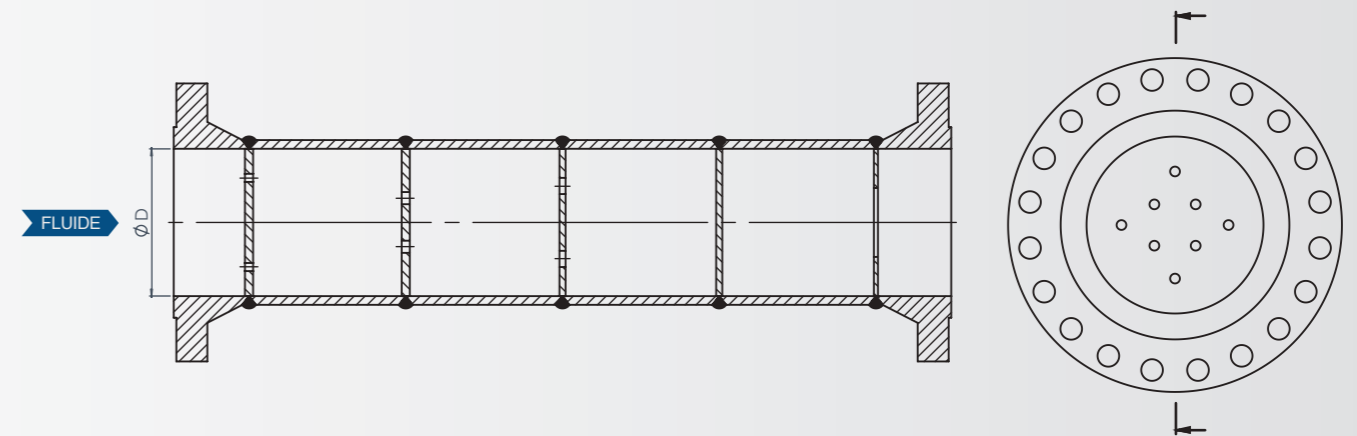
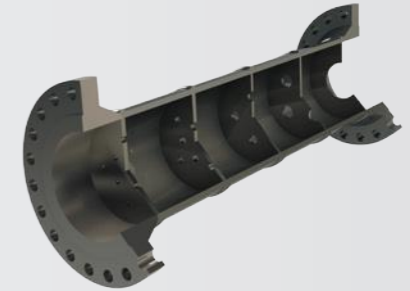
Vitesse du fluide avec des plaques multi-orifices

# ORIFICE DE RESTRICTION MULTI-ÉTAGÉ

Plusieurs plaques en série quand la chute de pression souhaitée ne peut pas être atteinte avec une seule plaque

### DONNÉES GÉNÉRALES

- Élément conçu sur la base de la norme ISO 5167, ASME MFC-3M ou R.W. Miller
- Raccordement à souder (BW) ou à brides<sup>(1)</sup>
- Matériau :
  - o Standard : acier inoxydable 304L / 316L
  - o Autres<sup>(1)</sup> : suivant votre application
- Fluide : liquide, gaz, vapeur
- Pour toutes tailles de canalisations



En option : stellite<sup>(1)</sup>

### DESCRIPTIF TECHNIQUE

Montage des plaques	Plaques montées en série – espacement entre plaques optimisé pour chaque appareil de 1D à 5D (D, diamètre intérieur de la tuyauterie)
Nombre de plaques	Calcul du nombre d'étages optimisé en fonction des spécifications de l'application, chaque plaque permettant de réduire la pression au maximum en évitant les phénomènes de cavitation <sup>(2)</sup> et de débit critique <sup>(2)</sup>
Bruit	Contrôle du niveau de bruit de l'appareil complet estimé à 1 m. Des plaques multi-orifices permettent de réduire le niveau de bruit par étage. Des solutions d'enveloppes extérieures peuvent être préconisées si le bruit reste trop élevé (nous consulter)
Thermodynamique	Les propriétés thermodynamiques du fluide sont prises en compte pour le calcul de chaque étage : changement d'état, température, composition et masse volumique du mélange, viscosité, facteur de compressibilité
Simulation 3D	Possibilité d'une simulation numérique pour compléter les calculs analytiques – voir images page 36

<sup>(1)</sup> Pour plus de détails, voir section « Informations techniques » page 54.

<sup>(2)</sup> Pour plus de détails, voir page 36.



# Mesure de température

Thermomètre  
à dilatation de  
liquide ou de gaz page  
**40**

Thermomètre  
bimétallique page  
**40**

Sonde  
à résistance page  
**41**

Sonde  
thermocouple page  
**41**

Choix  
de la sonde page  
**42**

Montage  
sur mesure page  
**43**

Canne  
pyrométrique page  
**44**

Capteur  
multipoint page  
**44**

Transmetteur page  
**45**

Puits thermométrique  
foré dans la masse page  
**46**

Puits thermométrique  
tubulaire (mécano-soudé) page  
**47**

# THERMOMÈTRE À DILATATION DE LIQUIDE OU DE GAZ

Une mesure robuste et fiable

## PRINCIPE DE FONCTIONNEMENT

L'élément de mesure est constitué d'un tube relié à un réservoir situé dans la sonde. L'ensemble est rempli de liquide ou de gaz puis fermé. Une variation de température provoque une variation de volume du fluide qui entraîne l'aiguille sur un cadran.

### DONNÉES GÉNÉRALES<sup>(1)</sup>

- Norme : EN 13190
- Mesure à distance avec capillaire ou mesure directe
- Élément de mesure : bulbe rigide
- Avec ou sans doigt de gant



# THERMOMÈTRE BIMÉTALLIQUE

Une mesure simple et fonctionnelle

## PRINCIPE DE FONCTIONNEMENT

L'élément de mesure de forme hélicoïdale est constitué de deux alliages de coefficients thermiques différents. La variation de température provoque une déformation de l'hélice qui entraîne l'aiguille sur un cadran.

### DONNÉES GÉNÉRALES<sup>(1)</sup>

- Norme : EN 13190
- Élément de mesure : élément bimétallique
- Avec ou sans doigt de gant



## CARACTÉRISTIQUES TECHNIQUES<sup>(1)</sup>

	Thermomètre à dilatation	Thermomètre bimétallique
Échelle de mesure	De -200 °C à +700 °C	De -70 °C à +600 °C
Diamètre du cadran	100 mm - 150 mm	100 mm - 150 mm
Boîtier	Inox	Inox
Plongeur	Inox	Inox
Diamètre du plongeur	Jusqu'à 12 mm	Jusqu'à 12 mm
Longueur utile du plongeur	Jusqu'à 300 mm	Jusqu'à 1000 mm
Longueur du capillaire	Jusqu'à 10 m	-
Type de raccordement process	À visser	À visser
Indice de protection	Jusqu'à IP66	Jusqu'à IP66
Précision	Classe 1 ou 2 selon EN 13190	Classe 1 ou 2 selon EN 13190

<sup>(1)</sup> Seules les données standards sont explicitées sur cette page. D'autres conceptions sont disponibles sur demande.

# SONDE À RÉSISTANCE

Une mesure d'une grande précision et d'une grande stabilité à long terme

## PRINCIPE DE FONCTIONNEMENT

L'élément de mesure est constitué de fils platine bobinés dont la résistance varie en fonction de la température. La correspondance résistance / température est documentée dans la norme IEC 60751.

### DONNÉES GÉNÉRALES<sup>(1)</sup>

- Sonde Pt 100 ou Pt 1000 (correspond à une résistance en platine dont la valeur initiale est de respectivement 100 Ω ou 1000 Ω pour une température de 0 °C)
- Norme : CEI 751



# SONDE THERMOCOUPLE

Adaptée pour une large plage d'utilisation (températures élevées)

## PRINCIPE DE FONCTIONNEMENT

Le thermocouple est formé par deux fils de métaux ou d'alliages métalliques différents soudés en un point (soudure chaude = jonction de mesure). Cette jonction est placée dans le milieu dont on souhaite mesurer la température. L'autre extrémité des conducteurs est réunie en un point appelé jonction de référence, qui est compensée pour simuler le point à 0 °C. La différence de température entre les deux jonctions crée une force électromotrice qui varie uniquement en fonction de la température de la jonction de mesure et peut donc être utilisée pour mesurer sa température.

### DONNÉES GÉNÉRALES<sup>(1)</sup>

- Thermocouple T, J, E, K, N, R, S ou B
- Norme : CEI 584



## CARACTÉRISTIQUES TECHNIQUES<sup>(1)</sup>

	Sonde à résistance	Thermocouple
Échelle de mesure	De -200 °C à +600 °C	De -200 °C à +1600 °C
Gaine de protection	Inox	Inox (ou autre selon type de thermocouple et température d'utilisation)
Diamètre du plongeur	Jusqu'à 8 mm	Jusqu'à 8 mm
Longueur utile du plongeur	Jusqu'à 1000 mm	Jusqu'à 1000 mm
Branchement	Standard simple élément 3 ou 4 fils ou double élément sur demande	Standard simple élément 2 fils ou duplex sur demande
Indice de protection	Jusqu'à IP68	Jusqu'à IP68
Agrément électrique <sup>(2)</sup>	ATEX anti-déflagrant ou sécurité intrinsèque sur demande	ATEX anti-déflagrant ou sécurité intrinsèque sur demande
Précision	Classe A selon CEI 751/ NF EN 60751	Classe 1 selon CEI 584 / NF EN 60584

<sup>(1)</sup> Seules les données standards sont explicitées sur cette page. D'autres conceptions sont disponibles sur demande.

<sup>(2)</sup> Pour plus de détails, voir informations sur l'ATmosphère EXplosive en page 81.

# CHOIX DE LA SONDÉ

## PLAGES DE TEMPÉRATURE

SONDE À RÉSTANCE		PLAGE DE TEMPÉRATURE
Pt 100 Ω / Pt 1000 Ω		-200 °C à +600 °C
SONDE THERMOCOUPLE	CODE	PLAGE DE TEMPÉRATURE
Cu - CuNi	T	-200 °C à +350 °C
Fe - CuNi	J	-40 °C à +750 °C
NiCr - CuNi	E	-200 °C à +900 °C
NiCr - NiAl	K	-200 °C à +1200 °C
NiCrSi - NiSi	N	-200 °C à +1200 °C
PtRh13% - Pt	R	0 °C à +1600 °C
PtRh10% - Pt	S	0 °C à +1600 °C
PtRh6% - PtRh30%	B	+100 °C à +1600 °C

## TEMPÉRATURES LIMITES DE FONCTIONNEMENT

Les têtes, câbles et plongeurs ont des températures limite de fonctionnement en fonction des matériaux utilisés. Ces températures sont données à titre indicatif. L'environnement peut modifier ces caractéristiques.

TÊTE		CÂBLE		PLONGEUR	
MATÉRIAU	T limite <sup>(1)</sup>	MATÉRIAU	T limite <sup>(1)</sup>	MATÉRIAU	T limite <sup>(2)</sup>
PVC	100 °C	PVC	100 °C	Acier Inox 316	1000 °C
Polypropylène	160 °C	Téflon / silicone	180 °C	Inconel 600	1200 °C
Alu revêtu Epoxy	400 °C	Téflon	250 °C		
Inox	1000 °C	Soie de verre	450 °C		

<sup>(1)</sup> Température considérée sans électronique (transmetteur) dans la tête. La température du transmetteur ne doit pas dépasser 85 °C.

<sup>(2)</sup> Température maximum ; il convient de considérer également les caractéristiques des fils dans le plongeur, leur montage (présence de protection, d'isolation) et les caractéristiques du milieu.

## TEMPS DE RÉPONSE

Le temps de réponse indique le **temps que met la sonde à réagir à un changement de température** ; il quantifie la rapidité de la sonde. On considère le temps de réponse comme la durée nécessaire (en secondes) pour passer de la température initiale à 63 % de la température finale. Nous indiquons ici les temps de réponse des sondes à thermocouple les plus répandues avec soudure chaude isolée.

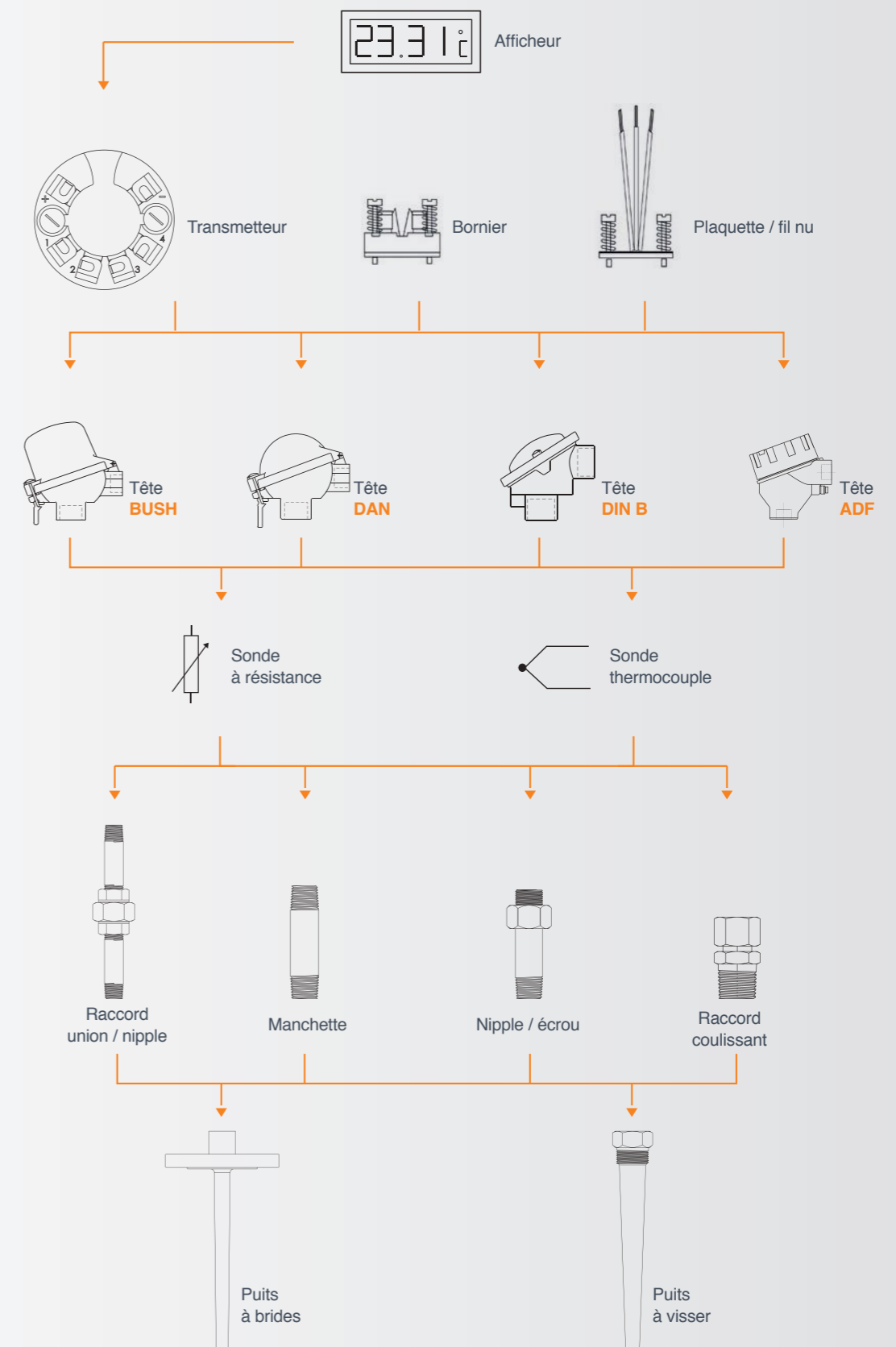
DIAMÈTRE	0,5 mm	1 mm	1,5 mm	2 mm	3 mm	4,5 mm	6 mm	8 mm
TEMPS DE RÉPONSE	0,3 s	0,4 s	0,6 s	0,9 s	1,5 s	2 s	4 s	7 s

## COMPARAISON SONDE À RÉSTANCE / THERMOCOUPLE

SONDE	AVANTAGES	INCONVÉNIENTS
Sonde à résistance	<ul style="list-style-type: none"> <li>Très bonne stabilité</li> <li>Grande précision</li> <li>Excellente répétabilité de la mesure</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Temps de réponse plus long</li> <li>Limité en température</li> <li>Auto-échauffement</li> </ul>
Thermocouple	<ul style="list-style-type: none"> <li>Temps de réponse rapide</li> <li>Fonctionnement pour haute et très haute température</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Moins stable</li> <li>Moins bonne répétabilité de la mesure</li> <li>Moins sensible</li> </ul>

# MONTAGE SUR MESURE

## CONSTITUEZ VOTRE CAPTEUR SELON VOS BESOINS



# CANNE PYROMÉTRIQUE

Pour des applications haute température

## PRINCIPE DE FONCTIONNEMENT

Il s'agit d'un ensemble constitué d'un élément de mesure, d'un doublage isolant (souvent une gaine céramique) et d'une gaine extérieure de protection mécanique. Une canne pyrométrique est munie de dispositifs de raccordement électrique et de fixations mécaniques. Ces ensembles sont destinés à des applications haute et très haute température. Les thermocouples sont réalisés en montage chemisé à isolant minéral ou en montage emperlé avec isolant céramique. Les gaines de protection peuvent être de type métallique ou céramique.

### DONNÉES GÉNÉRALES

- Voir fiche thermocouple page 41



# CAPTEUR MULTIPOINT

Pour une mesure multi-température précise

## PRINCIPE DE FONCTIONNEMENT

Une colonne multipoint est formée par l'assemblage de plusieurs capteurs de différentes longueurs, conçus pour donner des mesures de température précises et rapides à des niveaux prédéterminés dans des récipients (bac, séparateur, colonne, réacteur) ou des fours. Ils mesurent un profil de température et détectent les points chauds. Ce système présente l'avantage d'être peu encombrant et se monte relativement aisément.

### DONNÉES GÉNÉRALES

- Voir fiches sonde à résistance et thermocouple page 41



## CARACTÉRISTIQUES TECHNIQUES<sup>(1)</sup>

	Canne pyrométrique	Capteur multipoint
Élément de mesure	Sonde thermocouple à montage chemisé à isolant minéral ou montage emperlé à isolant céramique	Sonde thermocouple ou sonde à résistance
Gaine de protection	Métallique ou céramique	Tube spécial si besoin
Longueur utile	Jusqu'à 2 m	Différentes longueurs de capteurs
Nombre de points de mesure	1	jusqu'à 40
Raccordement électrique <sup>(2)</sup>	Tête de raccordement standard ou conforme ATEX	

<sup>(1)</sup> Seules les données standards sont explicitées sur cette page. D'autres conceptions sont disponibles sur demande.

<sup>(2)</sup> Pour plus de détails sur l'ATEX, voir page 81.

# TRANSMETTEUR

Pour convertir la grandeur physique mesurée en signal de sortie standardisé

## PRINCIPE DE FONCTIONNEMENT

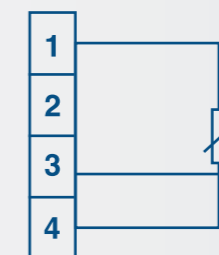
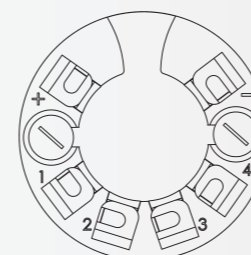
Les raccordements électriques d'entrée (sonde à résistance ou thermocouple) sont effectués sur le transmetteur. Celui-ci convertit la valeur de température et délivre un signal de sortie normalisé adapté aux applications de régulation industrielles.

### DONNÉES GÉNÉRALES<sup>(1)</sup>

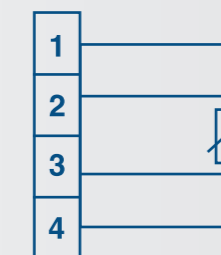
- Normes : CEI 61326 / NF EN 61326 (CEM)
- Montage : tête de sonde ou rail DIN
- Signal de sortie standardisé de type 4-20 mA ou 0-10 V
- Entrée fixe (sonde à résistance ou thermocouple) ou universelle configurable



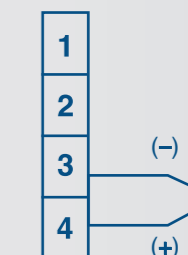
## EXEMPLE DE BRANCHEMENT SUR TRANSMETTEUR



Pt 100 Ω - 1 x 3 fils



Pt 100 Ω - 1 x 4 fils



Thermocouple simple

## CARACTÉRISTIQUES TECHNIQUES<sup>(1)</sup>

Programmable	Par PC, communication HART
Étanchéité	Jusqu'à IP66
Plage de mesure	-200 °C à +1600 °C selon la sonde
Tension d'alimentation	8 – 30 Vcc
Agrément électrique <sup>(2)</sup>	ATEX anti-déflagrant ou sécurité intrinsèque sur demande
Précision	Sonde à résistance ≤ 0,1 % de l'étendue de mesure ou ≤ 0,5 °C selon la plus grande des 2 valeurs Thermocouple : de 0,5 °C à 5 °C selon la plage de température
Isolation galvanique	1,5 kVac
Sécurité	SIL2 <sup>(3)</sup>

<sup>(1)</sup> Seules les données standards sont explicitées sur cette page. D'autres conceptions sont disponibles sur demande.

<sup>(2)</sup> Pour plus de détails, voir informations sur l'ATmosphère EXplosive page 81.

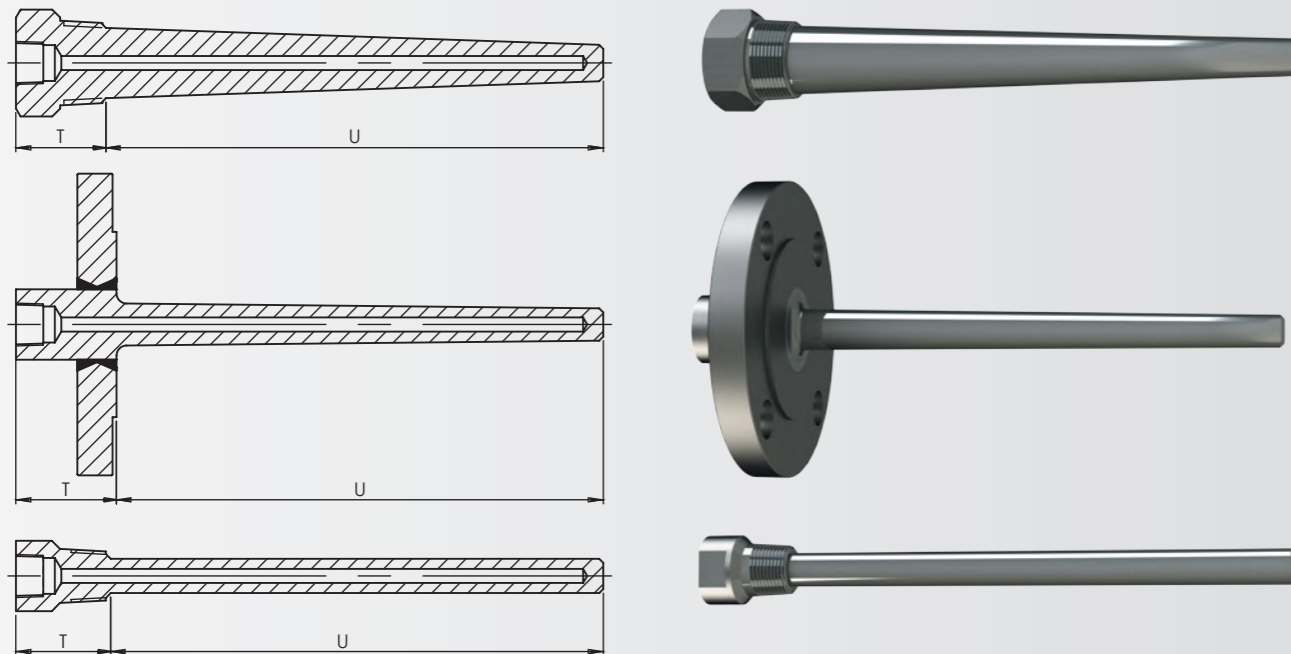
<sup>(3)</sup> La certification SIL (Safety Integrity Level) reflète le niveau de sûreté de fonctionnement des instruments de mesure selon la norme CEI 61508 / NF EN 61508. Pour plus de précisions, voir section « Informations techniques » page 81.

# PUITS THERMOMÉTRIQUE FORÉ DANS LA MASSE

Pour des conditions process sévères (température, pression élevées ou débit important)

## DONNÉES GÉNÉRALES<sup>(1)</sup>

- Matériau :
  - o Standard : acier inoxydable 316L
  - o Autres : suivant votre application
- Tous types de fluides en contact
- Revêtement possible pour des fluides corrosifs
- Forme standard (droit ou conique) ou forme hélicoïdale (réduction des contraintes vibratoires)



T, longueur de l'extension  
U, longueur d'insertion sous filetage

## CARACTÉRISTIQUES TECHNIQUES<sup>(1)</sup>

Raccordement instrumentation	Tarudé NPT ou autre sur demande
Raccordement process	Fileté, à bride (soudure d'étanchéité, soudure pleine pénétration ou usinée dans la masse), à souder, à clamp
Forme puits	Droite ou conique, avec ou sans restriction ou hélicoïdale
Longueur d'immersion	Selon spécifications clients
Diamètre intérieur et extérieur	Selon application
Pression et température maximum du process	Selon l'exécution du doigt de gant (dimension, matériau, PN bride) et des conditions du process (débit, vitesse du fluide)
Calcul de stress	Selon ASME PTC 19.3 TW recommandé pour les applications critiques

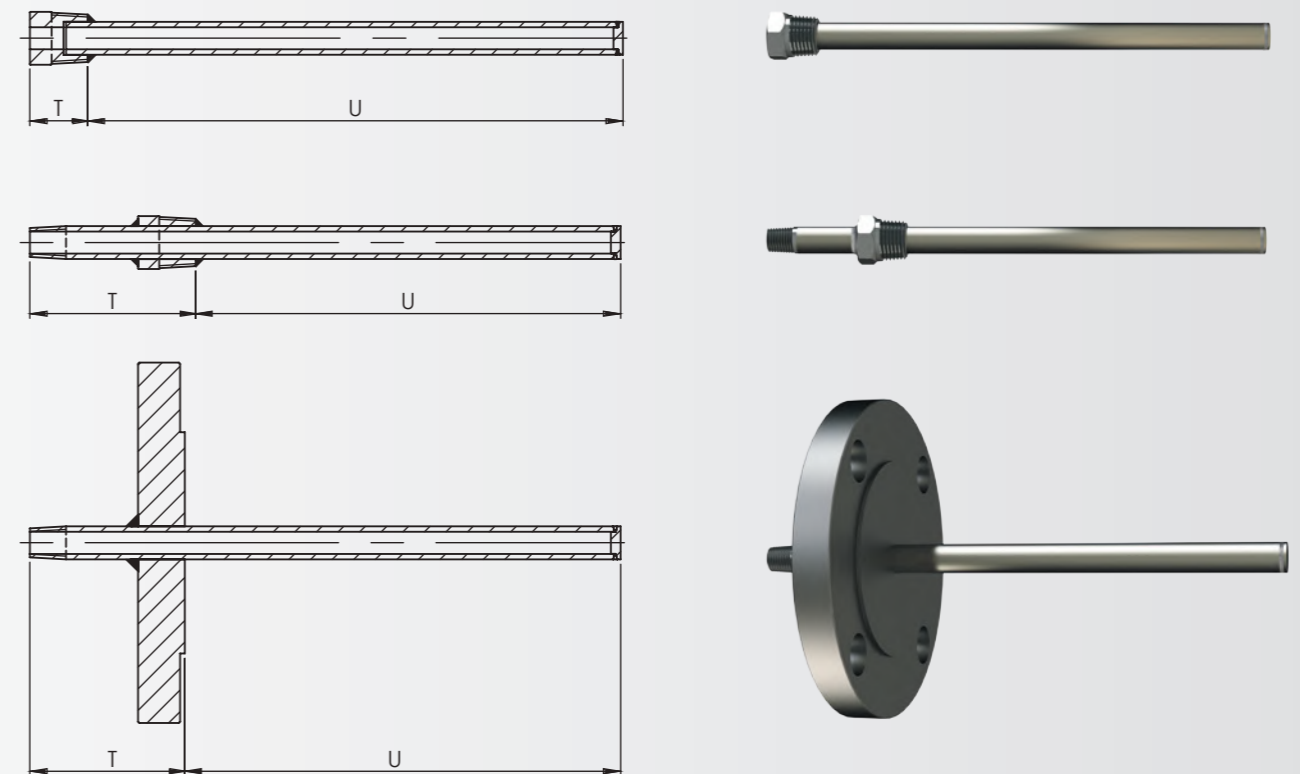
<sup>(1)</sup> Seules les données standards sont explicitées sur cette page. D'autres conceptions sont disponibles sur demande.

# PUITS THERMOMÉTRIQUE TUBULAIRE (MÉCANO-SOUDÉ)

Pour des applications standards sans contrainte importante

## DONNÉES GÉNÉRALES<sup>(1)</sup>

- Matériau :
  - o Standard : acier inoxydable 304L / 316L
  - o Autres : suivant votre application
- Tous types de fluides en contact
- Revêtement possible pour des fluides corrosifs



T, longueur de l'extension  
U, longueur d'insertion sous filetage

## CARACTÉRISTIQUES TECHNIQUES<sup>(1)</sup>

Raccordement instrumentation	Fileté / Tarudé NPT ou autre sur demande
Raccordement process	Fileté, à bride, à souder, à clamp
Longueur d'immersion	Selon spécifications clients
Diamètre intérieur et extérieur	Selon application
Pression et température maximum du process	Selon l'exécution du doigt de gant (dimension, matériau, PN bride) et des conditions du process (débit, vitesse du fluide)

<sup>(1)</sup> Seules les données standards sont explicitées sur cette page. D'autres conceptions sont disponibles sur demande.





## Accessoires

Conditionneur  
d'écoulement page  
**50**

Brides page  
**50**

Pot de  
condensation page  
**51**

Manifold page  
**51**

Transmetteur  
de pression page  
**52**

Indicateur  
de débit page  
**53**

Obturbateur  
réversible page  
**53**

# CONDITIONNEUR D'ÉCOULEMENT

Pour stabiliser un écoulement dans une canalisation en amont d'un élément de mesure

## DONNÉES GÉNÉRALES<sup>(1)</sup>

- Normes : ISO 5167, ASME MFC-3M
- Fluide : liquide, gaz, vapeur
- Raccordement à souder (BW) ou à brides
- Permet de réduire les longueurs droites en amont dans le cas d'une mesure de débit
- À positionner en aval de tout accessoire de tuyauterie en respectant les distances entre accessoire et conditionneur et entre conditionneur et élément primaire spécifiées dans la norme
- Différents types : redresseur<sup>(2)</sup> à faisceau de tubes, AMCA ou étoile, conditionneur<sup>(3)</sup> Gallagher, K-Lab Nova, NEL, Sprenkle ou Zanker



# BRIDES

Pour raccorder plusieurs éléments de tuyauterie ; montage et démontage aisé

## DONNÉES GÉNÉRALES<sup>(1)</sup>

- Normes : ASME B16.5, B16.36, B16.47, MSS SP-44, API6B
  - o brides correspondantes : welding neck, welding neck à orifices, slip on, socket welding, blind
  - o pression de service : ASME 150# à 2500# ou API 200 PSI à 20 000 PSI
- Normes : NF EN 1092-1, NF EN 1759-1
  - o brides correspondantes : bride plate à souder (type 01), bride pleine (type 05), bride à collerette à souder bout à bout (type 11)...
  - o pression de service : ISO PN 2,5 à 420
- Tous types de faces : RF, RTJ, avec emboîtement, autres faces de joint selon votre application
- Diamètre DN ¼" à 24" – jusqu'à 60" sur demande
- Matériau :
  - o standard : acier carbone, acier inoxydable, duplex
  - o autres : suivant votre application
- Épaisseur à préciser
- Schedule : 5 à XXS



# POT DE CONDENSATION

Dans les applications vapeur, élément de protection permettant de condenser le fluide en amont du transmetteur de pression

## DONNÉES GÉNÉRALES<sup>(1)</sup>

- Matériau :
  - o standard : acier carbone, acier inoxydable
  - o autres : suivant votre application
- Calculé selon le code de construction B31.3
- En conformité avec la directive des équipements sous pression DESP 2014/68/UE sur demande
- À positionner entre les prises de pression (sortie horizontale conseillée) et le transmetteur de pression – voir fiche de montage page 79



# MANIFOLD

Accessoire d'instrumentation pour le réglage et la mise en service de l'appareil de mesure

## DONNÉES GÉNÉRALES<sup>(1)</sup>

- Matériau :
  - o standard : acier carbone, acier inoxydable
  - o autres : suivant votre application
- À 2, 3 ou 5 voies
- Pour isoler le transmetteur en cas d'intervention sur la canalisation
- Pour reparamétrer le zéro du transmetteur ou purger les prises d'impulsion (manifold 5 voies)
- Interface transmetteur selon la norme EN 61518



<sup>(1)</sup> Seules les données standards sont explicitées sur cette page. D'autres conceptions sont disponibles sur demande.

<sup>(2)</sup> Un redresseur est un appareil qui réduit considérablement les perturbations

<sup>(3)</sup> Un conditionneur est un appareil qui réduit les perturbations et qui permet une redistribution du profil de vitesses satisfaisant en chaque point de la section de la conduite

<sup>(1)</sup> Seules les données standards sont explicitées sur cette page. D'autres conceptions sont disponibles sur demande.

# TRANSMETTEUR DE PRESSION

Pour convertir la mesure de pression en signal de sortie

## PRINCIPE DE FONCTIONNEMENT

Un capteur de pression différentielle est un appareil qui mesure avec précision une pression différentielle ( $\Delta P = \text{pression amont} - \text{pression aval}$ ) et la convertit en un signal de sortie 4-20 mA. Le débit est calculé avec la formule suivante :

$$q_m = k \sqrt{2 \Delta P \rho}$$

$q_m$  débit massique en kg/s  
 $k$  constante  
 $\Delta P$  pression différentielle en mbar  
 $\rho$  masse volumique du fluide en kg/m<sup>3</sup>



Transmetteur de pression différentielle

La masse volumique  $\rho$  d'un fluide incompressible est constante à une température donnée (un liquide peut être considéré comme incompressible). La masse volumique  $\rho$  d'un fluide compressible (gaz) varie en fonction de sa pression et de sa température. Ainsi, le choix du transmetteur sera le suivant :

LIQUIDE	GAZ	
TEMPÉRATURE CONSTANTE	TEMPÉRATURE ET PRESSION CONSTANTES	TEMPÉRATURE ET PRESSION VARIABLES
TRANSMETTEUR DE PRESSION DIFFÉRENTIELLE	TRANSMETTEUR MULTIVARIABLE permet de corriger* les variations de pression et de température du gaz lorsqu'il est couplé à un capteur de température	

\*Cette correction peut également être obtenue avec un transmetteur de pression différentielle, un capteur de température, un transmetteur de pression et un calculateur

Le transmetteur de pression peut être placé dans un boîtier fermé isolant ou régulé en température. Dans un environnement critique (température, humidité...), le boîtier permet de protéger les accessoires d'instrumentation.



Boîtier d'instrumentation avec transmetteurs de pression différentielle et calculateur

Le boîtier se décline également en version protection solaire simple pour protéger les accessoires du rayonnement direct du soleil.



Protection solaire pour transmetteur

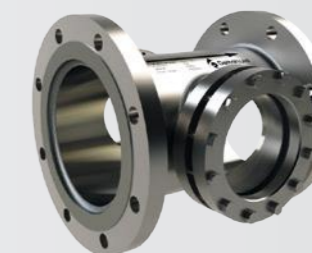
Cas particulier du montage avec 2 transmetteurs : rangeabilité<sup>(1)</sup> augmentée de 1/6 à 1/36. Ainsi, l'incertitude de mesure reste faible sur une plage de 2 à 100 % du débit max.

# INDICATEUR DE DÉBIT

Pour visualiser le passage de débit dans une canalisation

## DONNÉES GÉNÉRALES<sup>(1)</sup>

- Raccordement à souder (BW) ou à brides
- Matériau :
  - o standard : acier carbone, acier inoxydable
  - o autres : suivant votre application
- Fluide : liquide, gaz, vapeur
- Diamètre : selon le diamètre nominal de la canalisation



Indicateur de débit à brides



Indicateur de débit à ailettes à souder

# OBTURATEUR RÉVERSIBLE (& OBTURATEUR PLEIN OU CREUX)

Pour isoler une section de tuyauterie ou un équipement particulier

## DONNÉES GÉNÉRALES<sup>(1)</sup>

- Norme : ASME B16.48
- Fluide : liquide, gaz, vapeur
- Montage entre brides :
  - o ISO PN 2,5 à 420
  - o ASME 150# à 2500#
- Diamètre : selon le diamètre nominal de la bride – voir page 50
- Pression de service : limitée à la pression nominale de la bride – voir page 50
- Tous types de faces : RF, RTJ, emboîtement mâle ou femelle



Obturbateur réversible RTJ femelle



Obturbateur réversible double emboîtement mâle

Obturbateur simple creux - RTJ mâle

<sup>(1)</sup> Pour plus de détails, voir section « Informations techniques » page 80.

<sup>(1)</sup> Seules les données standards sont explicitées sur cette page. D'autres conceptions sont disponibles sur demande.



# Informations techniques

Normes et codes  
de construction  
applicables page  
**56**

Matériaux page  
**57**

Soudure page  
**62**

Contrôle  
dimensionnel page  
**64**

Contrôles  
non-destructifs et  
inspection produits page  
**66**

Nettoyage  
et traitement  
de surface page  
**68**

Généralités  
plaque à orifice page  
**70**

Longueurs droites  
requisés pour mesure de  
débit selon ISO 5167 page  
**72**

Exigences des valeurs  
de circularité et de rugosité  
selon la norme ISO 5167 page  
**77**

Montage du  
transmetteur selon  
les applications page  
**79**

Application spéciale  
Rangeabilité ou dynamique  
de mesure jusqu'à 1 : 36 page  
**80**

Modes de protection  
environnement  
électrique / Atex page  
**81**

# 1. NORMES ET CODES DE CONSTRUCTION APPLICABLES

Tous nos appareils sont conçus et fabriqués pour satisfaire aux exigences des normes internationales en vigueur.

Normes pour les éléments primaires de mesure de débit par organes déprimogènes	
ISO 5167	ISO 5167-1, principes généraux et exigences générales ISO 5167-2, diaphragmes (ou plaques à orifice) ISO 5167-3, tuyères et venturi-tuyères ISO 5167-4, tubes de venturi ISO 5167-5, cônes de mesure ISO 5167-6, débitmètres à coin
ISO/TR 15377	Spécification des diaphragmes, des tuyères et des tubes de venturi non couverts par l'ISO 5167
ASME MFC-3M	Mesure de fluides dans des canalisations au moyen de plaques à orifice, tuyères et tubes de venturi
ASME MFC-12M	Mesure de fluides dans des canalisations au moyen de tubes de pitot moyennés
ASME MFC-14M	Mesure de fluides dans des canalisations au moyen d'orifices intégrés
ISO 9300	Mesure de débit de gaz au moyen de venturi-tuyères en régime critique (tuyère sonique)
ISO/TR 11583	Mesure de débit de gaz humide au moyen d'organes déprimogènes
ASME PTC 19.5	Performance test code pour mesure de débit
ASME PTC 6	Performance test code pour turbine vapeur (tuyère PTC 6)

En fonction des exigences du client, différents codes de construction peuvent être applicables pour concevoir, fabriquer, contrôler et tester nos pièces.

Codes de construction	
CODETI div.1	Tuyauteries industrielles
CODETI div.2	Canalisations de transport
CODETI div.3	Conduites forcées
CODAP	Appareils à pression non soumis à l'action de la flamme
ASME B31.1	Canalisations dans un environnement industriel lié au domaine de l'énergie (power piping)
ASME B31.3	Canalisations pour tous types de process industriels (process piping)
ASME BPVC	Chaudières, appareils sous pression et équipements pour centrales nucléaires (Boiler & Pressure Vessel Code)
EN 13480	Tuyauteries industrielles métalliques, équipements sous pression
EN 13445	Réceptifs sous pression non soumis à la flamme
RCC-M	Matériels mécaniques des îlots nucléaires des réacteurs à eau pressurisée
RCC-MRx	Matériels mécaniques des structures à hautes températures et des réacteurs expérimentaux et à fusion



Concernant les équipements sous pression, nos appareils installés en Europe doivent être en conformité avec la directive européenne DESP 2014/68/UE relative à la mise à disposition sur le marché des équipements sous pression. Les certificats correspondants sont livrés avec la documentation technique.

Des arrêtés viennent compléter ou remplacer cette directive dans la cas d'applications particulières :

- Arrêté ESPN du 30 décembre 2015 relatif aux équipements sous pression nucléaires,
- Arrêté « multifluide » du 15 décembre 2016 relatif à la sécurité des canalisations de transport de gaz, d'hydrocarbures ou produits chimiques,
- Arrêté 15 mars 2000 relatif aux opérations de contrôle des équipements sous pression.

# 2. MATÉRIAUX



## EXIGENCES APPLICATIONS PARTICULIÈRES

Selon votre application, nous sommes en mesure d'approvisionner des matières pouvant satisfaire des exigences très précises :

- **Matière qualifiée** par des organismes type TÜV, Lloyd's Register, ABS, BV, DNV, CCS.
- **Matière selon les normes NORSOK ou NACE** (NACE 0175 / ISO 15156 pour les matériaux utilisés en présence de sulfure d'hydrogène H<sub>2</sub>S ou NACE MR 103 / ISO 17945 pour ceux utilisés dans un environnement corrosif).
- **Matière dont les propriétés mécaniques auront été vérifiées par des essais de traction** (température ambiante ou élevée), des essais de résilience (température spécifique) ou un contrôle US de la matière.

## TRAÇABILITÉ : DOCUMENTS DE CONTRÔLE

Les certificats de contrôle de la matière répondent à la norme NF EN 10204.

Il existe plusieurs types de documents de contrôle :

Document de contrôle	Contenu du document	Document validé par
Type 2.1	Attestation de conformité à la commande	Déclaration de conformité à la commande Le producteur
Type 2.2	Relevé de contrôle	Déclaration de conformité à la commande avec indication de résultats de contrôle non spécifique Le producteur
Type 3.1	Certificat de réception 3.1	Déclaration de conformité à la commande avec indication de résultats de contrôle spécifique Le représentant autorisé du contrôle du producteur, indépendant de la fabrication
Type 3.2	Certificat de réception 3.2	Déclaration de conformité à la commande avec indication de résultats de contrôle spécifique Le représentant autorisé du contrôle du producteur, indépendant de la fabrication et une tierce partie indépendante

## REVÊTEMENT SPÉCIFIQUE



Pour des fluides particulièrement agressifs qui pourraient altérer nos produits, Deltafluid propose d'appliquer un revêtement spécifique sur le matériau en contact avec le fluide. Ainsi, le produit avec ce revêtement particulier offre une **meilleure résistance aux fluides abrasifs, corrosifs et/ou adhérents**. C'est une **solution économique** : le produit est fabriqué avec un matériau standard mais le revêtement permet d'augmenter sa durée de vie.

FLUIDE	REVÊTEMENT	PRODUIT
Abrasif	Stellite	Résistant Durée de vie augmentée Maintenance limitée
Corrosif	PTFE, Inconel®, Super duplex, Stellite	
Adhérent	PTFE	

Exemples :

- Arête d'une plaque à orifice rechargée en stellite
- Extérieur d'un doigt de gant en contact avec un fluide corrosif revêtu en inconel®
- Intérieur d'un venturi revêtu en PTFE (Téflon)

L'acier inoxydable 316L est le matériau le plus couramment utilisé dans le cadre de nos applications. C'est la raison pour laquelle tous nos équipements devant être en contact avec le fluide sont fabriqués en standard en acier inox 316L. Cependant, nous proposons une **large gamme de matériaux complémentaires\*** adaptés à votre besoin : acier carbone, acier inoxydable, duplex, super-duplex, hastelloy®, inconel®, fer doux, bronze, cupro-nickel, aluminium, titane, céramique, plastique, fibre de verre...

\*liste non exhaustive

**La traçabilité de l'ensemble de nos matières premières est assurée** : nous sommes à même de vous fournir les documents de contrôle type 2.1, 2.2, 3.1 ou 3.2 selon la norme NF EN 10204 (voir documents de contrôle page 57).



TYPE	W.N°	DÉNOMINATION			APPELLATION USUELLE	REMARQUES
		AMÉRICAINNE	EUROPÉENNE			
		ROND	TUBE	TÔLE		
ACIERS NON ALLIÉS	1.0402	A 29 SAE 1020		A 830 SAE 1020	C22	Acier de construction standard
	1.0501	A 29 SAE 1035		A 830 SAE 1035	C35	Acier de construction standard
	1.0503	A 29 SAE 1045		A 830 SAE 1045	C45	Acier de construction standard
	1.0535	A 29 SAE 1055		A 830 SAE 1055	C55	Acier de construction standard
	1.0037	SAE 1009			S235	Acier de construction standard
	1.0045	A 29 SAE 1518			S355	Acier de construction au C-Mn
	1.0305	-	A/SA 106 gr.A	-	P235GH TC1	Acier pour appareils à pression
	1.0345	-	-	-	P235GH	Acier pour appareils à pression
	1.0405	-	A/SA 106 gr.B	-	P265GH TC1	Acier pour appareils à pression
	1.0425	A/SA 105	-	-	P265GH	Acier pour appareils à pression
	1.0488	-	-	A/SA 516 gr.60	P275NL1	Acier à grain fin (résilience plus élevée)
	1.0488	A/SA 350 LF2	-	-	P295GH	Acier pour appareils à pression
	1.0481	-	A/SA 106 gr.C	-	P295GH	Acier pour appareils à pression
	10566	-	-	A/SA 516 gr.70	P355NL1	Acier à grain fin (résilience plus élevée)
	1.0457	-	A/SA 333 gr.6	-	L245NB	Acier pour appareils à pression à basse température
	1.0562	A 694 F52	API 5L X52		P355N	Acier pour appareils à pression - A grain fin (résilience plus élevée)
	1.0582		API 5L X52		L360NB	Acier à grain fin (résilience plus élevée)
	1.8902	A 694 F50	API 5L X60		P420N	Acier pour appareils à pression - A grain fin (résilience plus élevée)
1.8972		API 5L X60		L415NB	Acier à grain fin (résilience plus élevée)	
ACIERS FAIBLEMENT ALLIÉS AU Mo et Cr-Mo	1.5415	A/SA 182 F1	A/SA 335 P1	A/SA 204 Gr.B	16Mo3	Acier avec caractéristique à température élevée
	1.7218	-	-	-	25CrMo4	AISI 4130 / 25 CD 4 Acier pour construction mécanique apte à la trempe (bonne ténacité) - Tiges filetées
	1.7225	-	-	-	42CrMo4	AISI 4140 / B7 Acier pour construction mécanique apte à la trempe (bonne ténacité) - Tiges filetées
	1.7335	A/SA 182 F11	A/SA 335 P11	A/SA 387 gr.11	13CrMo4-5	Acier avec caractéristique à température élevée
	1.7335	A/SA 182 F12	A/SA 335 P12	A/SA 387 gr.12	13CrMo4-5	Acier avec caractéristique à température élevée
	1.7380	A/SA 182 F22	A/SA 335 P22	A/SA 387 gr.22	10CrMo9-10	Acier avec caractéristique à température élevée
	1.4903	A/SA 182 F91	A/SA 335 P91	A/SA 387 gr.91	X10CrMoVNb9-1	Acier avec caractéristique à température élevée et haute teneur en chrome - Marché pétrole/gaz
	1.4901	A 182 F92	A 335 P92	-	X10CrWMoVNb9-2	Acier avec caractéristique à température élevée et haute teneur en chrome - Marché pétrole/gaz
	1.7362	A/SA 182 F5	A/SA 335 P5	A/SA 387 gr.5	12CrMo19-5	Acier avec caractéristique à température élevée
	1.7386	A/SA 182 F9	A/SA 335 P9	A/SA 387 gr.9	X11CrMo9-1	Acier avec caractéristique à température élevée et haute teneur en chrome

TYPE	W.N°	DÉNOMINATION			APPELLATION USUELLE	REMARQUES	
		AMÉRICAINNE					EUROPÉENNE
		ROND	TUBE	TÔLE			
ACIERS INOX AUTÉNITIQUES ET DUPLEX	1.4301	A/SA 182 F304	A/SA 335 P1	A/SA 240 304	X5CrNi18-10	304	Acier inoxydable austénitique avec Ni ≥ 2,5 % mais sans molybdène Excellente ductilité (utilisable à basse température)
	1.4306	A/SA 182 F304L	A/SA 312 TP304L	A/SA 240 304L	X2CrNi19-11	304L	Acier inoxydable austénitique avec Ni ≥ 2,5 % mais sans molybdène Bas carbone donc moins sensible à la corrosion que son équivalent 304 Excellente ductilité (utilisable à basse température)
	1.4307	A/SA 182 F304L	A/SA 312 TP304L	A/SA 240 304L	X2CrNi18-9	304L	Acier inoxydable austénitique avec Ni ≥ 2,5 % mais sans molybdène Bas carbone donc moins sensible à la corrosion que son équivalent 304 Excellente ductilité (utilisable à basse température)
	1.4401	A/SA 182 F316	A/SA 312 TP316	A/SA 240 316	X5CrNiMo17-12-2	316	Acier inoxydable austénitique avec Ni ≥ 2,5 % + molybdène Excellente ductilité (utilisable à basse température)
	1.4404	A/SA 182 F316L	A/SA 312 TP316L	A/SA 240 316L	X2CrNiMo17-12-2	316L	Acier inoxydable austénitique avec Ni ≥ 2,5 % + molybdène Bas carbone donc moins sensible à la corrosion que son équivalent 316 Excellente ductilité (utilisable à basse température)
	1.4541	A/SA 182 F321	A/SA 312 TP321	A/SA 240 321	X6CrNiTi18-10	321	Acier inoxydable austénitique avec ajout de titane Excellente résistance à la corrosion intergranulaire et à l'oxydation jusqu'à 800 °C
	1.4571	A/SA 182 F316Ti	A/SA 312 TP316Ti	A/SA 240 316Ti	X6 CrNiMoTi17-12-2	316Ti	Acier inoxydable austénitique avec ajout de titane Excellente résistance à la corrosion intergranulaire et à l'oxydation jusqu'à 870 °C
	1.4539	A/SA 182 F904L	A/SA 312 TP904L	A/SA 240 904L	X1NiCrMoCu25-20-5	904L / Uranus® B6	Acier inoxydable austénitique (forte teneur en nickel, chrome et molybdène) Résistant à la corrosion au contact d'acide sulfurique et phosphorique
	1.4410	A/SA 182 F53	A/SA 790 S32750	A/SA 240 S32750	X2CrNiMoN25-7-4	Super duplex F53 / Uranus® 2507	Acier inoxydable austéno-ferritique Plus résistant mais moins ductile qu'un inox austénitique classique Résistant à la corrosion intergranulaire ainsi qu'à la corrosion en eau de mer
	1.4462	A/SA 182 F51	A/SA 790 S31803	A/SA 240 S31803	X2CrNiMoN22-5-3	Duplex F51 / Uranus® 2205	Acier inoxydable austéno-ferritique Plus résistant mais moins ductile qu'un inox austénitique classique Résistant à la corrosion intergranulaire ainsi qu'à la corrosion en eau de mer
1.4462	A/SA 182 F60	A/SA 790 S32205	A/SA 240 S32205	X2CrNiMoN22-5-3	Duplex F60 / Uranus® 2205	Acier inoxydable austéno-ferritique Plus résistant mais moins ductile qu'un inox austénitique classique Résistant à la corrosion intergranulaire	
ACIERS INOX RÉFRACTAIRES	1.4828	A/SA 479 309S	A/SA 312 TP309S	A/SA 240 309S	X15 CrNiSi20-12	309S	Acier inoxydable austénitique avec Ni ≥ 2,5 % Bonne résistance à l'oxydation à chaud jusqu'à 1000 °C et une bonne résistance au fluage jusqu'à 850 °C
	1.4845	A/SA 479 310S	A/SA 312 TP310S	A/SA 240 310S	X8CrNi25-21	310S	Acier inoxydable austénitique avec Ni ≥ 2,5 % Insensible à la fragilisation à haute température dans de faibles conditions cycliques Emploi fréquent pour fours et chaudières
ALLIAGES DE BASE NICKEL (RÉSISTANT À LA CORROSION ET RÉFRACTAIRE)	2.4602	B 574 N06022	B 622 N06022	B 575 N06022	NiCr21Mo14W	Alloy C22	Similaire au C 276 avec une tenue à la corrosion plus polyvalente Emploi fréquent en usine de traitement chimique et transformation du papier (résistant à la corrosion par piqûre, intergranulaire et sous-tension) Résistant au chlore gazeux humide et aux solutions d'oxyde de chlore et d'hypochlorite
	2.4819	B/SB 574 N10276	B/SB 622 N10276	B/SB 575 N10276	NiMo16Cr15W	Alloy C276	Emploi fréquent en usine de traitement chimique et production de pâte à papier (résistant à la corrosion par piqûre, intergranulaire et sous-tension) Résistant au chlore gazeux humide et aux solutions d'oxyde de chlore et d'hypochlorite
	2.4360	B/SB 164 N04400	B/SB 165 N04400	B/SB 127 N04400	NiCu30Fe	Alloy 400	Conserve ses propriétés mécaniques jusqu'à 400 / 500 °C Insensible à la corrosion fissurante sous tension induite par les ions chlorure (peut travailler au contact de l'eau de mer) Emploi autorisé dans les appareils à pression jusqu'à 425 °C
	2.4816	B/SB 166 N06600	B/SB 167 N06600	B/SB 168 N06600	NiCr15Fe	Alloy 600	Conserve ses propriétés mécaniques à haute température Employé pour la construction de fours industriels, et lorsque les gaz à haute température contiennent des éléments de la famille des halogènes Employé dans des conditions de corrosion humide
	2.4856	B/SB 446 N06625	B/SB 444 N06625	B/SB 443 N06625	NiCr22Mo9Nb	Alloy 625	Résistant à la corrosion au contact d'acide sulfurique et phosphorique Conserve ses propriétés mécaniques à haute température Emploi fréquent en milieu marin (résistant à la corrosion par piqûre, intergranulaire et sous-tension)
	1.4876	B/SB 408 N08800	B/SB 163 N08800	B/SB 409 N08800	X10NiCrAlTi32-20	Alloy 800	Résistant à l'oxydation à chaud et bonne tenue au fluage Employé pour la construction de fours industriels, d'installations de carbonisation, de chaudières à vapeur et d'échangeurs de chaleur
	2.4858	B/SB 425 N08825	B/SB 163 N08825	B/SB 424 N08825	NiCr21Mo	Alloy 825	Résistant à la corrosion au contact d'acide sulfurique et phosphorique, et traitement des déchets nucléaires Emploi autorisé dans les appareils à pression jusqu'à 425 °C



### 3. SOUDURE

Pour un ensemble mécano-soudé, **tous les documents demandés pour le cahier de soudage** sont fournis au client en accord avec les exigences du code utilisé :

PLAN		
REPÉRAGES ET DESCRIPTIONS DES SOUDURES		
QMOS	DMOS	QS
QMOS (QUALIFICATION DU MODE OPERATOIRE DE SOUDURE) SELON NF EN ISO 15614-1 OU PQR (PROCEDURE QUALIFICATION RECORD) SELON ASME IX	DMOS (DESCRIPTIF DU MODE OPÉRATOIRE DE SOUDURE) SELON NF EN ISO 15609-1 OU WPS (WELDING PROCEDURE SPECIFICATION) SELON ASME IX	QS (QUALIFICATION SOUDEUR) SELON EN ISO 9606-1 OU WPQ (WELDERS PERFORMANCE QUALIFICATION) SELON ASME IX
Il regroupe toutes les <b>données de soudage utilisées pour souder un assemblage de qualification et les résultats des essais mécaniques</b> correspondants pour chaque procédé de soudage utilisé.	Chaque configuration d'assemblage et procédé de soudage correspondant sont <b>décrits avec précision et fournissent des instructions</b> pour la réalisation des soudures.	La qualification du soudeur doit correspondre aux <b>variables données pour chaque procédé de soudage utilisé et chaque type de soudure.</b>

### Normes européennes pour soudage à l'arc

		EXIGENCES DE QUALITÉ	NORMES	
		Groupement de matériaux	CEN ISO/TR 15608, 20172, 20173	
		QS	EN ISO 9606	
		DMOS	EN ISO 15609	
		QMOS	EN ISO 15614	
		CND - Qualification personnel	EN ISO 9712	
INSPECTION & CONTRÔLE	DURANT SOUDURE	Mesure temp. préchauff., temp. entre passes	EN ISO 13916	
		Recommandations soudage	EN 1011, ISO/TR 17671	NIVEAU D'ACCEPTATION
	APRÈS SOUDURE	CND - règles générales	EN ISO 17635	
		Contrôle visuel	EN ISO 17637	EN ISO 5817
		Radiographie	EN ISO 17636	EN ISO 10675
		Ultrasons	EN ISO 17640, 10863, 22825	EN ISO 11666, 15626, 22825, 23279
		Magnétoscopie	EN ISO 17638	EN ISO 23278
		Macro et microscopique	EN ISO 17639	EN ISO 5817
		Ressuage	EN ISO 3452	EN ISO 23277
		Traitement thermique associé au soudage	EN ISO 17663	
ESSAIS DESTRUCTIFS	Flexion par choc	EN ISO 9016		
	Traction longitudinale	EN ISO 5178		
	Traction transversale	EN ISO 4136		
	Traction en croix	EN ISO 9018		
	Pliage	EN ISO 5173		
	Texture	EN ISO 9017		
	Dureté	EN ISO 9015		
	Macro et microscopique	EN ISO 17639		
	Fissuration à chaud	EN ISO 17641		
	Fissuration à froid	EN ISO 17642		
	Ferrite delta	EN ISO 17655		
	Numérotation des procédés	EN ISO 4063		
	Tolérances	EN ISO 13920		
Positions de soudage	EN ISO 6947			



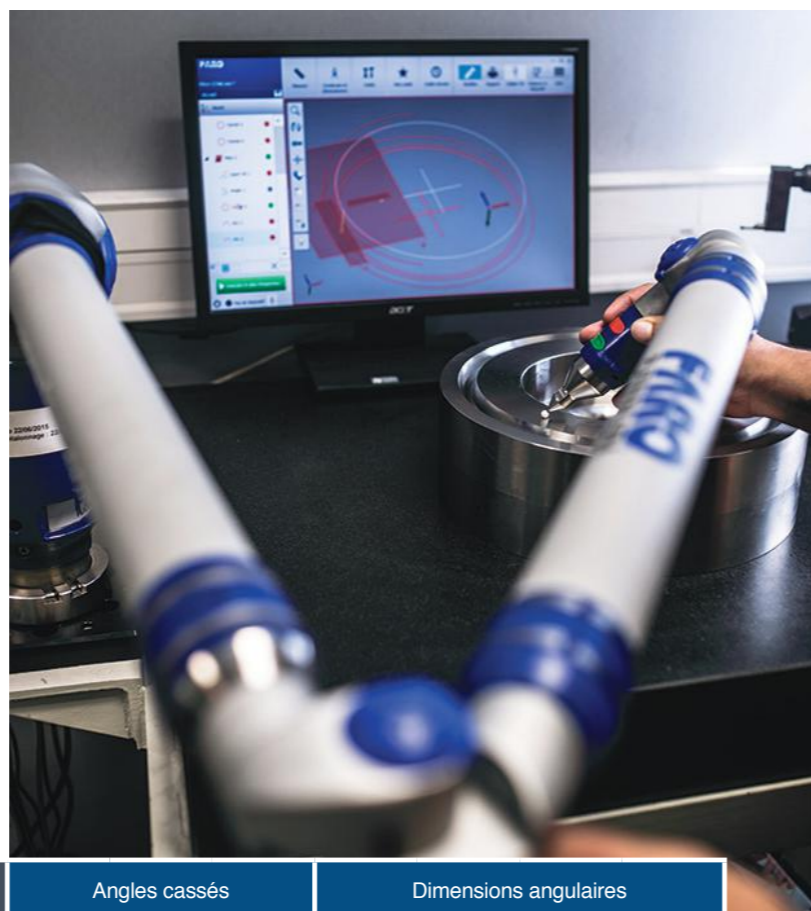
# 4. CONTRÔLE DIMENSIONNEL

A l'issue des procédés de fabrication, **toutes nos pièces sont systématiquement contrôlées visuellement et dimensionnellement en se conformant au plan validé.** Nos appareils de contrôle sont vérifiés périodiquement par un laboratoire de métrologie.

Outre les appareils standards de contrôle, nous disposons des éléments suivants :

- colonne de mesure MITUTOYO,
- rugosimètre MAHR,
- bras de mesure tridimensionnelle FARO,
- profilomètre MAHR Marsurf CD120,
- machine à mesurer tridimensionnelle ZEISS DuraMax,
- rétroprojecteur MITUTOYO.

Les aspects dimensionnels et géométriques de nos pièces respectent les normes correspondantes en terme de tolérance.



## Tolérances générales (usinage) selon ISO 2768

Classe de précision	DIMENSIONS LINÉAIRES (mm)					Angles cassés			Dimensions angulaires			
	0,5 à 3 inclus	3 à 6	6 à 30	30 à 120	120 à 400	0,5 à 3 inclus	3 à 6	> 6	Dimension du côté le plus court			
	< 10	10 à 50 inclus	50 à 120	120 à 400	< 10	10 à 50 inclus	50 à 120	120 à 400				
f (fin)	± 0,05	± 0,05	± 0,1	± 0,15	± 0,2	± 0,2	± 0,5	± 1	± 1°	± 30'	± 20'	± 10'
m (moyen)	± 0,1	± 0,1	± 0,2	± 0,30	± 0,5	± 0,2	± 0,5	± 1				
c (large)	± 0,2	± 0,3	± 0,5	± 0,80	± 1,2	± 0,4	± 1	± 2	± 1°30'	± 1°	± 30'	± 15'
v (très large)	-	± 0,5	± 1	± 1,5	± 2,5	± 0,4	± 1	± 2	± 3°	± 2°	± 1°	± 30'

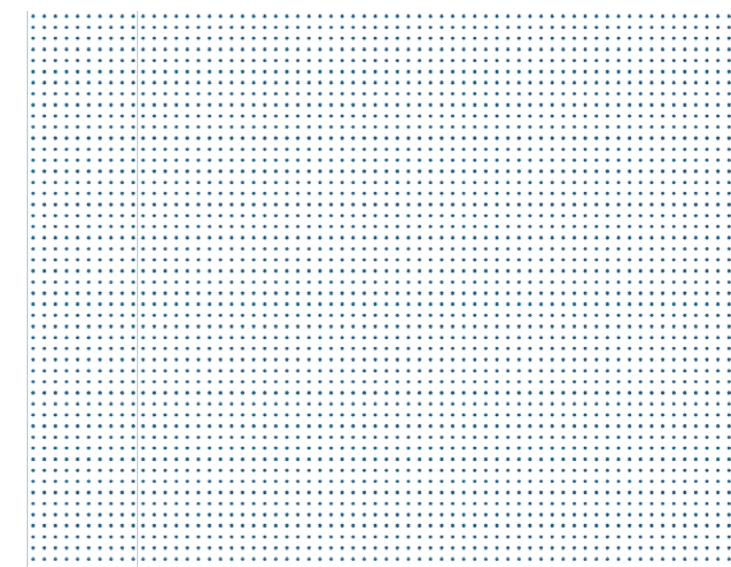
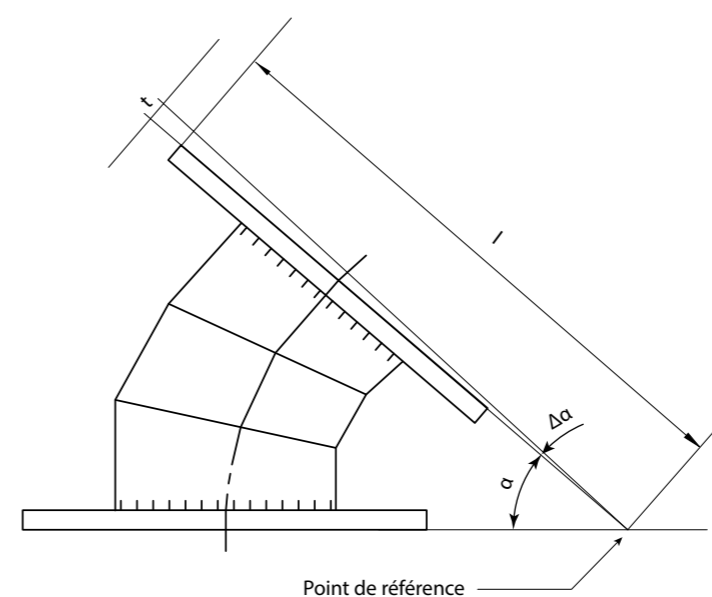
Tolérances	TOLÉRANCES GÉOMÉTRIQUES (mm)											
	—					⊥			≡			↗
	< 10	10 à 30	30 à 100	100 à 300	300 à 1000	< 100	100 à 300	300 à 1000	< 100	100 à 300	300 à 1000	Toutes dimensions
H (fin)	0,02	0,06	0,1	0,2	0,3	0,2	0,3	0,4	0,5	0,5	0,5	0,1
K (moyen)	0,05	0,1	0,2	0,4	0,6	0,4	0,6	0,8	0,6	0,6	0,8	0,2
L (large)	0,1	0,2	0,4	0,8	1,2	0,6	1	1,5	0,6	1	1,5	0,5

## Tolérances générales pour constructions mécano-soudées selon ISO 13920

Dimensions linéaires											
DIMENSIONS NOMINALES l (en mm)											
Classe de tolérance	2 à 30	> 30 à 120	> 120 à 400	> 400 à 1000	> 1000 à 2000	> 2000 à 4000	> 4000 à 8000	> 8000 à 12000	> 12000 à 16000	> 16000 à 20000	> 20000
	Tolérances t (en mm)										
A	± 1	± 1	± 2	± 3	± 4	± 5	± 6	± 7	± 8	± 9	
B	± 1	± 2	± 3	± 4	± 6	± 8	± 10	± 12	± 14	± 16	
C	± 1	± 3	± 4	± 6	± 8	± 11	± 14	± 18	± 21	± 24	± 27
D	± 1	± 4	± 7	± 9	± 12	± 16	± 21	± 27	± 32	± 36	± 40

Dimensions angulaires								
DIMENSIONS NOMINALES l (en mm) Longueur du plus petit côté						DIMENSIONS NOMINALES l (en mm) Longueur du plus petit côté		
Classe de tolérance	< 400	> 400 à 1000	> 1000	Classe de tolérance	< 400	> 400 à 1000	> 1000	
	Tolérances Δα (en degrés et minutes)				Tolérances calculées et arrondies t (en mm/m) <sup>1</sup>			
A	± 20'	± 15'	± 10'	A	± 6	± 4,5	± 3	
B	± 45'	± 30'	± 20'	B	± 13	± 9	± 6	
C	± 1°	± 45'	± 30'	C	± 18	± 13	± 9	
D	± 1°30'	± 1°15'	± 1°	D	± 26	± 22	± 18	

<sup>(1)</sup> La valeur indiquée en millimètres par mètre correspond à la valeur tangente de la tolérance générale. Elle doit être multipliée par la longueur, en mètres, du plus petit côté.



## 5. CONTRÔLES NON DESTRUCTIFS ET INSPECTION PRODUITS

Le Contrôle Non Destructif ou CND, appelé aussi Essai Non Destructif regroupe l'ensemble des procédés et techniques qui permettent de **donner des informations sur l'intégrité et la santé d'un matériau ou d'une pièce** sans la détériorer. Il est aux matériaux ce que l'imagerie médicale est au corps humain. Les CND (appliqués aux pièces forgées, laminées, moulées et soudées) permettent la mise en évidence de tous les défauts susceptibles d'altérer la disponibilité, la sécurité d'emploi et/ou plus généralement la conformité d'une pièce à l'usage auquel elle est destinée.

### Deux types de défauts sont recherchés

- les défauts de surface comme des criques, trous, fissures, piqûres...
- les défauts internes comme des porosités, soufflures, inclusions, fissurations non débouchantes, variations d'épaisseur dues à l'usure ou à la corrosion...

Des contrôles complémentaires permettent aussi de vérifier la nature chimique des matériaux utilisés et la tenue mécanique des pièces.

Pour cela, les **principales techniques de contrôle** que nous proposons sont :

- le contrôle visuel (ou Visual Testing - VT),
- le ressuage (ou Penetrant Testing - PT),
- la radiographie (ou Radiographic Testing - RT),
- le contrôle par ultrasons (ou Ultrasonic Testing - UT),
- l'étanchéité (ou Leak tightness Testing - LT),
- PMI / Taux de ferrite,
- l'épreuve hydraulique.



Si certains de ces contrôles sont imposés par les codes de construction ou exigences réglementaires, nous sommes également en mesure de prendre en compte les exigences spécifiques de nos clients. Nous disposons pour cela :

- de procédures d'examen validées par un personnel certifié Cofrend niveau 3 suivant EN ISO 9712 ou ASNT-TC-1A niveau 3
- d'examineurs certifiés Cofrend niveau 2 suivant EN ISO 9712 ou ASNT -TC-1A niveau 2
- des principaux codes de construction précisant les méthodes d'examen et critères d'acceptation applicables (ASME V, ASME VIII, ASME B31.1, ASME B31.3, CODAP/CODETI, NF EN 13480 / NF EN 13445, RCC-M, RCC-MRx, etc.).

### ANALYSE CHIMIQUE DES MATÉRIAUX / VÉRIFICATION TENUE MÉCANIQUE DES PIÈCES

#### TEST PMI (Identification Positive des Matériaux)

Cette méthode d'essais permet :

- d'identifier et d'analyser la composition d'un métal ou d'un alliage : les proportions respectives des principaux éléments chimiques (Mn, P, Si, Cr, Ni, Al, Mo, Cu, Cb, V, Ti, Co, Sn, W, etc.) sont mesurées et comparées à une base de données matériaux pour détermination de la nuance contrôlée,
- de confirmer la nuance du matériau utilisé (traçabilité avec le certificat matière).

Elle peut être réalisée très rapidement sur toute pièce métallique ou soudure sans détérioration de la pièce.

Norme : ASTM A 751.

#### TAUX DE FERRITE

Le contrôle de l'indice de ferrite d'une soudure en acier inoxydable austénitique et duplex permet de maîtriser le risque de fissuration à chaud, le risque de fragilisation à haute température, les propriétés mécaniques à basse température ou la résistance à la corrosion.

Norme : NF EN ISO 8249.

### ÉPREUVE HYDROSTATIQUE

Le test hydrostatique permet de **vérifier l'intégrité structurelle des équipements sous pression**, en pressurant un fluide à une pression pour une durée définie.

Un **contrôle visuel** avant, pendant et après épreuve permet de s'assurer que l'équipement ne comporte aucune fuite et ne se déforme pas sous la contrainte.

Nos manomètres sont de classe 0.5 et les essais peuvent être réalisés en eau ou air, jusqu'à des pressions d'épreuve de 3000 bars.



### TABLEAU ET DÉTAILS DES CND

Méthode	Défauts mis en évidence	Avantages	Limites	Stade d'examen	Normes / Qualification <sup>(2)</sup>
<b>Contrôle visuel (VT)</b>	Discontinuités débouchantes (fissures, rayures, porosités, criques...)	Économique, rapide	Ne permet de détecter que les défauts surfaciques de dimension suffisante	Tous stades	NF EN 13018, NF EN 13927, ASME Section V article 9
<b>Ressuage coloré (PT)<sup>(1)</sup></b>	Discontinuités débouchantes (criques, fissures, porosité, piqûre...)	Mise en évidence de petits défauts de surface de façon fiable	Ne permet de détecter que les discontinuités débouchantes	Cordons de soudure (intermédiaires ou finaux) ou pièces usinées	NF EN ISO 3452-1 à NF EN ISO 3452-4, NF EN ISO 23277, ASME Section V article 6
<b>Radiographie (RT) par rayon X ou gamma</b>	Cavités ou matériaux étrangers inclus dans la pièce	Détection de tous types de défauts internes	Coût important lié aux épaisseurs contrôlées, complexité de mise en œuvre	Cordons de soudure	NF EN ISO 5579, NF EN ISO 17636-1, ASME section V article 2
<b>Ultrasons (US)</b>	Défaut profond dans le matériau se traduisant par une discontinuité des propriétés mécaniques (fissure, inclusion, porosité...)	Détection de tous types de défauts internes, non limité aux matériaux métalliques	Coût important pour des pièces unitaires	Matière première, cordons de soudure et pièces usinées	NF EN ISO 16810, NF EN ISO 16827, NF EN 17640, ASME section V article 5
<b>Étanchéité (LT)</b>	Défaut d'étanchéité qui autorise une fuite	Mise en évidence de défauts traversants même très faibles	Ne permet de détecter que des défauts traversants	Pièces finies	NF EN 13625, NF EN ISO 20485, NF EN 1593, AS ME section V article 10

<sup>(1)</sup> Les produits utilisés sont en conformité avec les exigences PMUC dans le cadre d'une application au domaine nucléaire.

<sup>(2)</sup> Les contrôleurs font l'objet d'une évaluation annuelle de leur acuité visuelle suivant NF EN ISO 18490 en tant qu'opérateurs certifiés COFREND niveau 2 suivant EN ISO 9712

### ÉTALONNAGE

Pour des applications spécifiques, nous pouvons faire étalonner nos appareils dans un laboratoire agréé (COFRAC, ISO 17025...). Cet étalonnage peut être réalisé en utilisant différents fluides (eau, air, hydrocarbure) pour coller au plus proche du process client. Il permet de garantir une précision de mesure optimale.

### INSPECTION CLIENT OU INSPECTION TIERCE PARTIE INDÉPENDANTE

L'ensemble des étapes de contrôles et tests peuvent être validés par une tierce partie ou directement par le client.

## 6. NETTOYAGE ET TRAITEMENT DE SURFACE

### NETTOYAGE

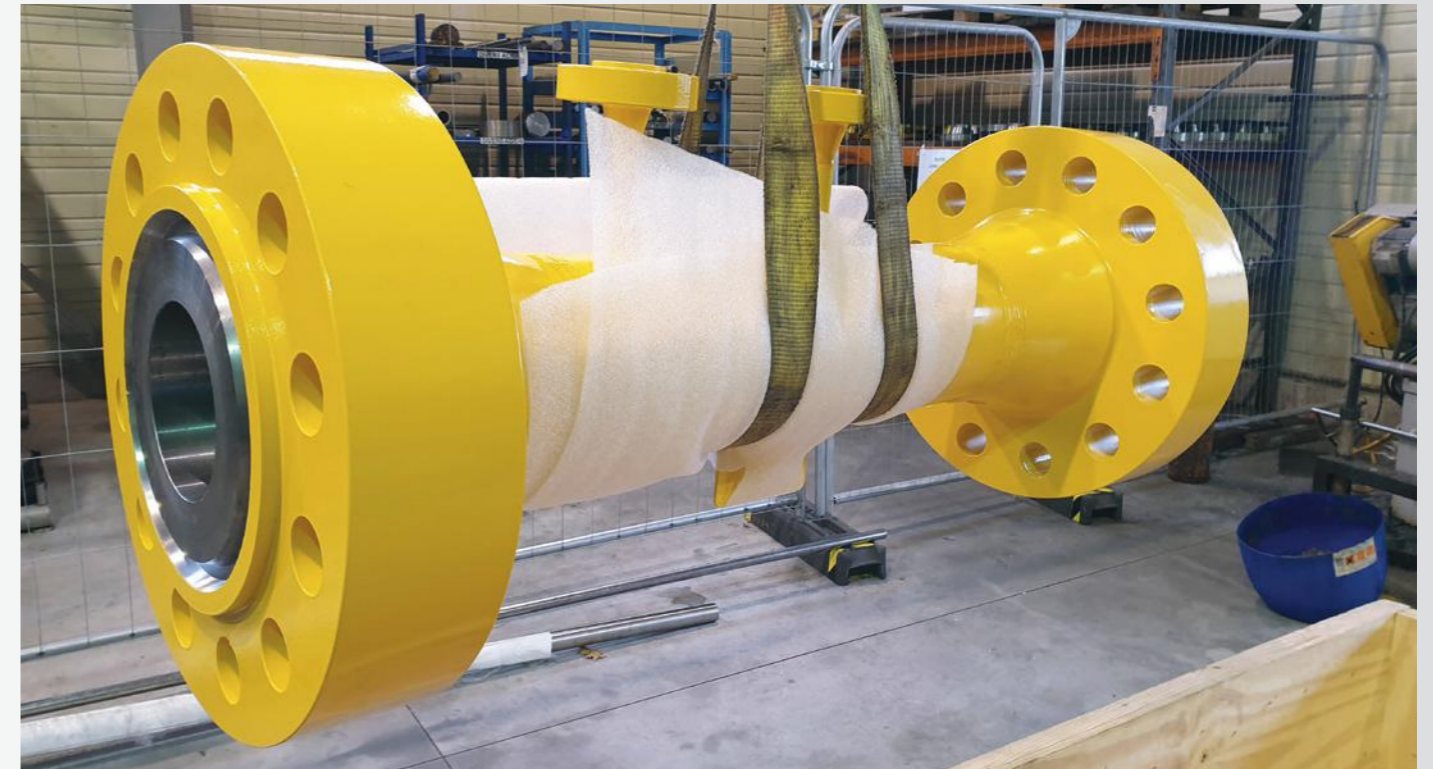
Selon vos besoins, nous sommes à même de vous proposer les prestations suivantes en nettoyage de pièces.

DÉGRAISSAGE	DÉCAPAGE / PASSIVATION	GRENAILLAGE / SABLAGE
Plusieurs niveaux de nettoyage, du plus simple au plus exigeant, sont menés : - nettoyage propre et sec, - pour application cryogénique, - pour service Oxygène.	La fine pellicule d'oxyde de chrome, présente sur toute la surface de l'acier inoxydable et qui lui permet de résister à la corrosion, peut être endommagée à la suite d'opérations de soudage ou d'usinage.	Cette opération consiste à nettoyer mécaniquement les pièces soit pour en améliorer l'aspect, soit pour rendre l'état de surface compatible avec l'accroche d'un traitement ultérieur (peinture par exemple).
Le type, l'endroit et le degré de contamination des éléments à traiter sont évalués de façon à choisir l'agent de nettoyage, les procédures de nettoyage, d'inspection et de contrôle les plus appropriés.	Le décapage sert à éliminer complètement les oxydes et à mettre à nu l'acier inoxydable ; le processus de passivation est ensuite réalisé pour recréer une couche protectrice d'une épaisseur suffisante et homogène qui assure la protection contre la corrosion.	



### PROTECTION ET REVÊTEMENT

Selon les spécifications client, les pièces peuvent être peintes ou enduites d'un revêtement spécial pour résister aux conditions climatiques locales et à tous les risques d'agression externes.



L'ACQPA, Association pour la Certification et la Qualification en Peinture Anticorrosion, **certifie des systèmes de peinture anticorrosion** destinés à la protection des structures métalliques correspondant à la classe « haute durabilité » de la norme NF EN ISO 12944-1. La certification vise :

- la protection contre la corrosion des systèmes de peinture appliqués sur des structures métalliques,
- la stabilité d'aspect et de couleur vis-à-vis des rayonnements UV (pour les parties des structures exposées à la lumière naturelle).

La classe de certification correspond à **l'aptitude du système de peinture à résister à l'environnement** auquel il est exposé selon la norme NF EN ISO 12944-2 : pour un milieu atmosphérique, d'une corrosivité très faible classée C1 à une corrosivité très élevée en milieu industriel C5I ou en milieu marin C5M.

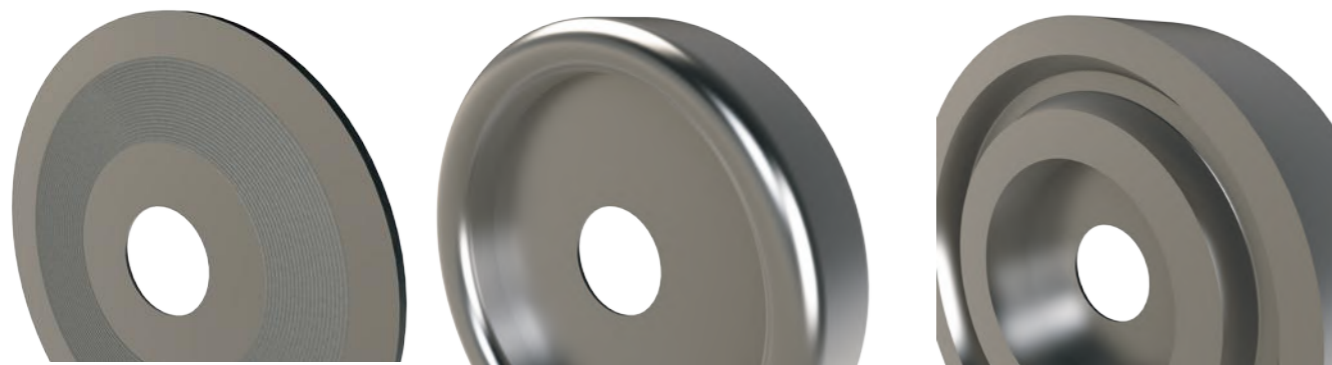
Pour les structures relevant de la catégorie de corrosivité C5M avec des parties soumises à l'effet combiné de l'atmosphère et de l'eau de mer (offshore par exemple), la classification C5Mm s'applique.

Le choix du système de peinture se fait donc en prenant en considération l'environnement externe mais aussi la température du fluide ainsi que la matière de la pièce à protéger. La couche de finition peut selon les systèmes être teintée (RAL à définir) pour répondre aux exigences du client.

Enfin, nous sommes en mesure de faire appel à des **examineurs certifiés FROSIO pour assurer les missions de conseil, de suivi et d'inspection** des systèmes de peinture mis en œuvre.

## 7. GÉNÉRALITÉS PLAQUES À ORIFICE

### ÉTANCHÉITÉ RF OU RTJ

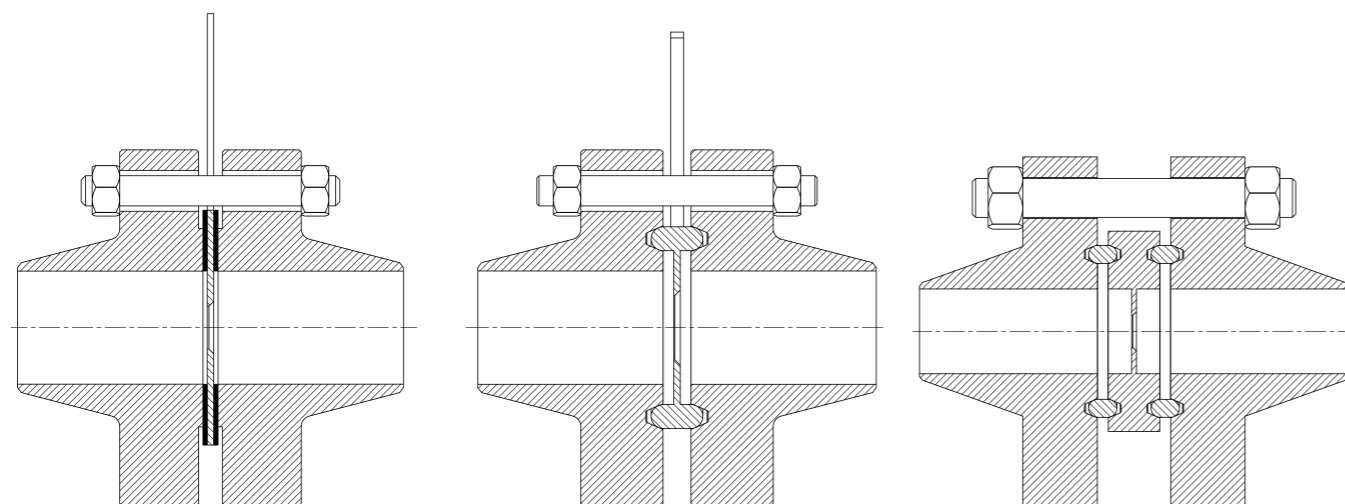


Face RF (Raised Face)

Joint RTJ mâle

Joint RTJ femelle

### EXEMPLE DE MONTAGE



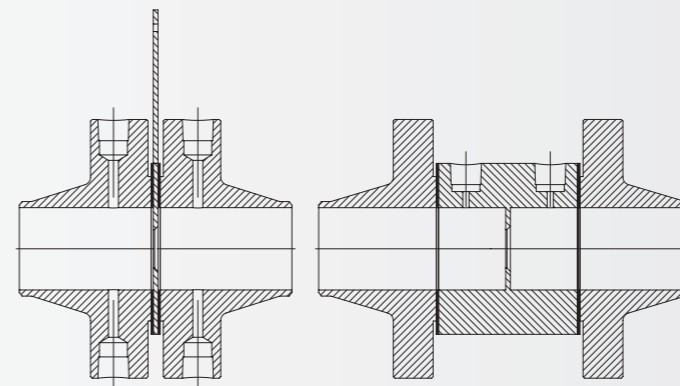
Plaques à orifice RF

Plaques à orifice RTJ mâle

Plaques à orifice RTJ femelle

## PRISE DE PRESSION NORMALISÉE<sup>(1)</sup>

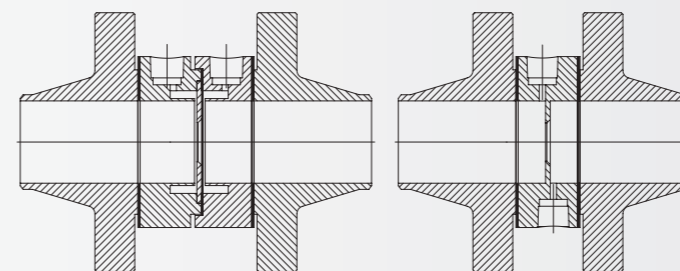
### $\Delta P$ 25/25 PRISE DE PRESSION 25/25 À LA BRIDE



Bride à orifice

Monobloc 25/25

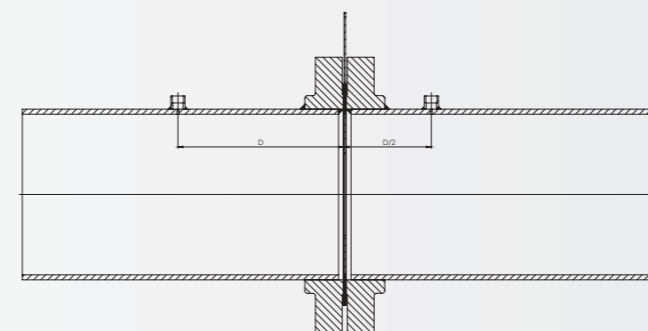
### $\Delta P$ 0/0 PRISE DE PRESSION 0/0 DANS LES ANGLES<sup>(2)</sup>



Chambre annulaire

Monobloc 0/0

### $\Delta P$ D-D/2 PRISES DE PRESSION D-D/2<sup>(3)</sup>



#### AVANTAGES

##### Bride à orifice

- Élément de mesure facilement interchangeable
- Matériaux plaque / bride peuvent être différents

##### Monobloc 25/25

- Élément de mesure usiné à partir d'un seul bloc
- Prises de pression directement usinées dans le monobloc
- Facilité de montage : monobloc soit monté entre brides simples, soit à souder sur la tuyauterie

#### AVANTAGES

##### Chambre annulaire

- Montage entre brides simples (welding-neck, slip-on...)
- Matériaux plaque / chambre annulaire peuvent être différents
- Pression amont et aval moyennées ; utilisées pour une meilleure précision

##### Monobloc 0/0

- Élément de mesure usiné à partir d'un seul bloc (différentes épaisseurs possibles)
- Prises de pression directement usinées dans le monobloc
- Facilité d'installation : monobloc soit monté entre brides simples, soit à souder sur la tuyauterie

#### AVANTAGES

- Plaque montée entre brides simples (welding neck, slip-on...)
- Prises de pression soudées sur la tuyauterie
- Utilisées pour des diamètres > DN150

Les coupes ci-dessus permettent d'expliquer les différents types de prises de pression. Pour les besoins du schéma, nous avons représenté une plaque à orifice. Pour connaître la ou les prises de pression adaptées à l'élément de mesure de débit choisi, se référer à la fiche technique du produit.

<sup>(1)</sup> Pour les normes concernées, voir page 56.

<sup>(2)</sup> Pour le montage de la tuyère ISA1932 avec prises de pression dans les angles, voir la fiche technique correspondante page 19.

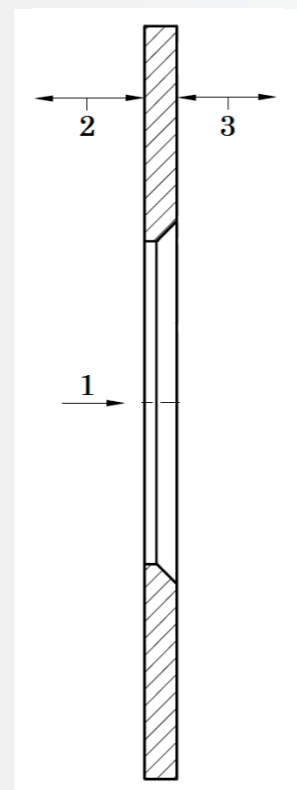
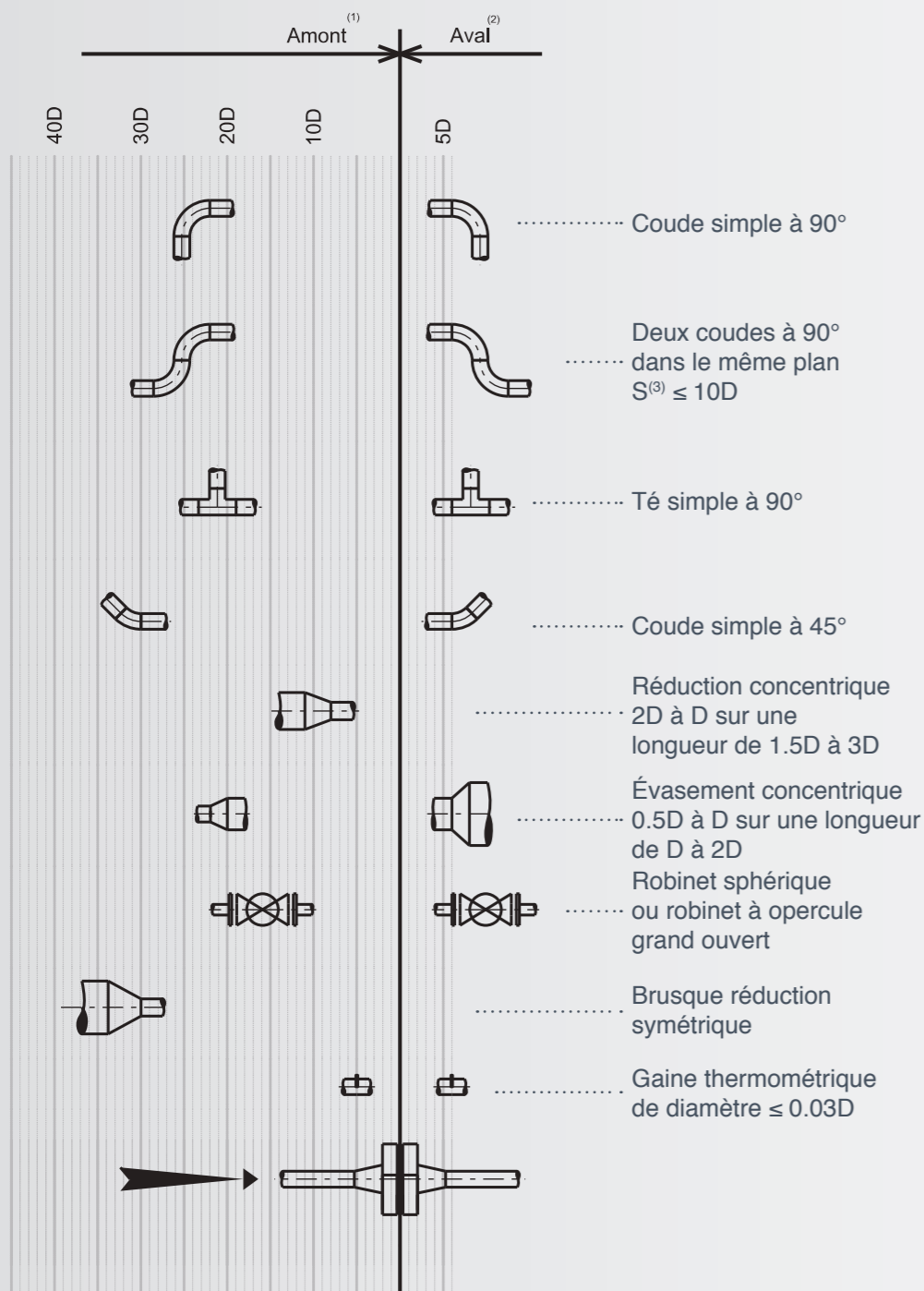
<sup>(3)</sup> Pour le montage de la tuyère long rayon avec prises de pression D-D/2, voir la fiche technique correspondante page 20.

# 8. LONGUEURS DROITES REQUISES POUR MESURE DE DÉBIT ENTRE ACCESSOIRES ET ÉLÉMENTS PRIMAIRES SELON ISO 5167



## PLAQUE À ORIFICE DIAPHRAGME ( $\beta=0,5$ )

Les valeurs de longueurs droites données ci-dessous sont valables pour une valeur du  $\beta=d/D$  de 0,5. Pour les autres valeurs de  $\beta$ , se reporter à la norme ISO 5167-2.



1 : sens de l'écoulement  
2 : longueur droite amont  
3 : longueur droite aval

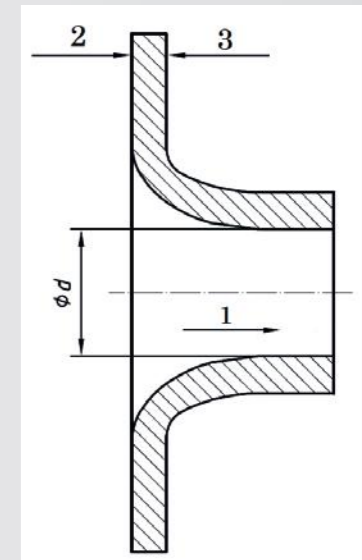
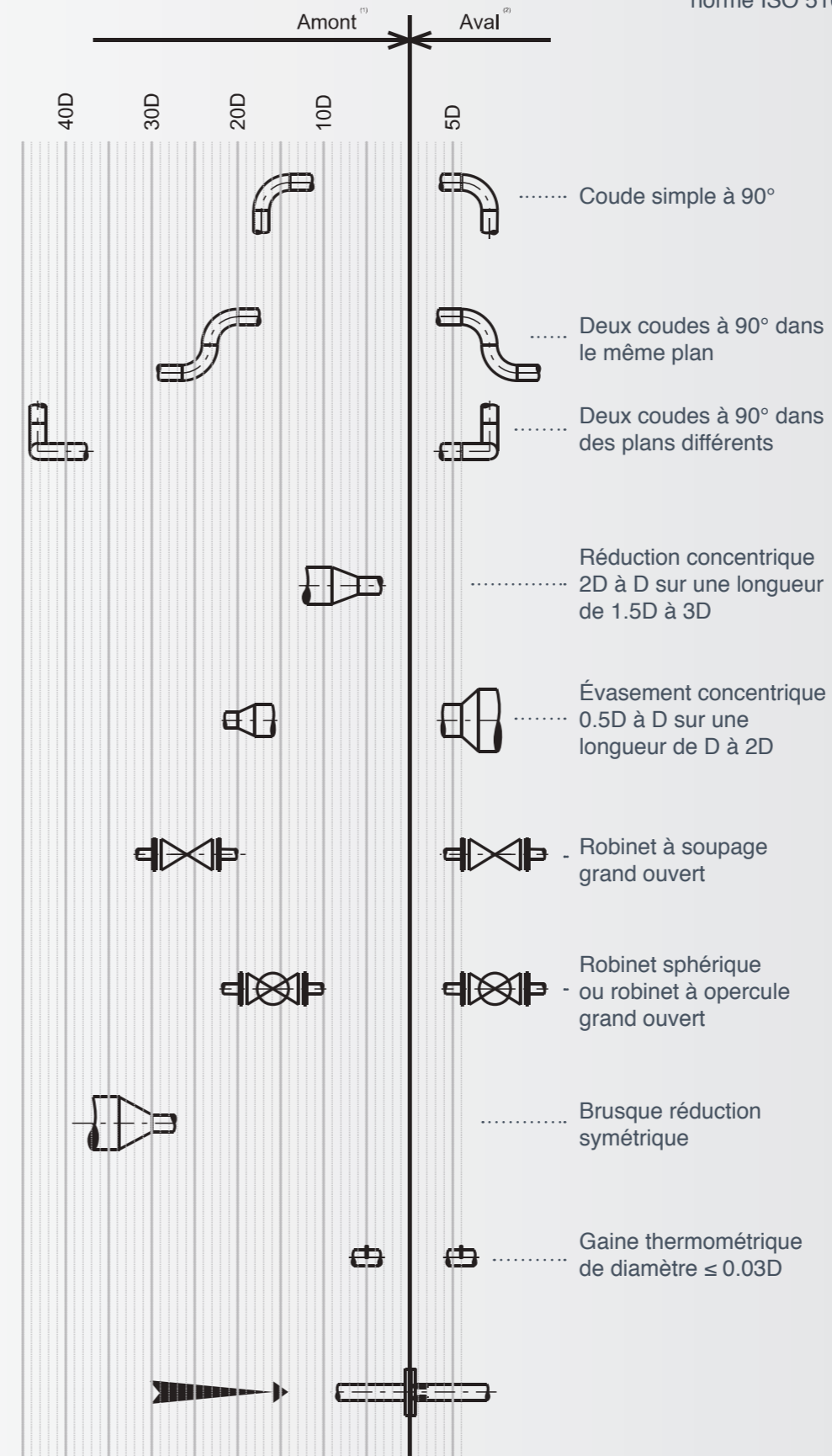
(1) Distance entre l'extrémité aval de la partie incurvée du coude le plus proche ou de la réduction/évasement et la face amont du diaphragme.  
(2) Distance entre l'extrémité amont de la partie incurvée du coude le plus proche ou de la réduction/évasement et la face amont du diaphragme.  
(3) S, distance entre deux coudes.

## 8. Longueurs droites requises pour mesure de débit



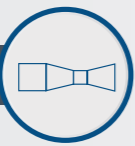
## TUYÈRE ET VENTURI-TUYÈRE ( $\beta=0,5$ )

Les valeurs de longueurs droites données ci-dessous sont valables pour une valeur du  $\beta=d/D$  de 0,5. Pour les autres valeurs de  $\beta$ , se reporter à la norme ISO 5167-3.



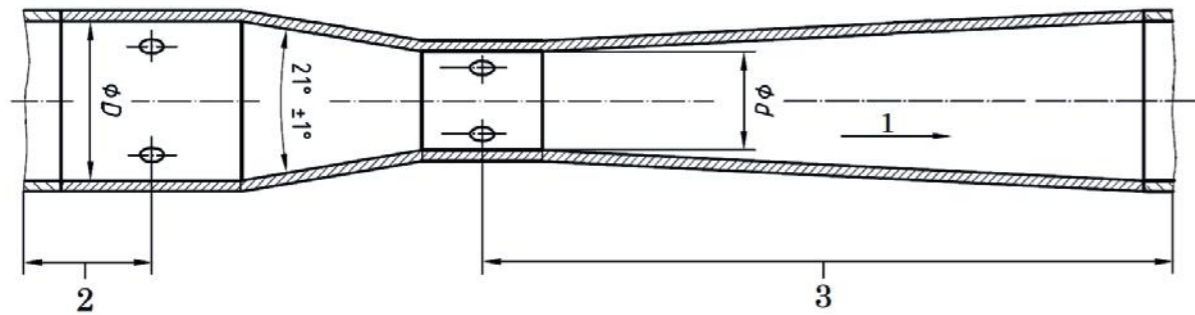
1 : sens de l'écoulement  
2 : longueur droite amont  
3 : longueur droite aval

(1) Distance entre l'extrémité aval de la partie incurvée du coude le plus proche ou de la réduction/évasement et la face amont de la tuyère.  
(2) Distance entre la face amont du débitmètre et l'extrémité amont de la partie incurvée du coude le plus proche ou de la réduction/évasement.

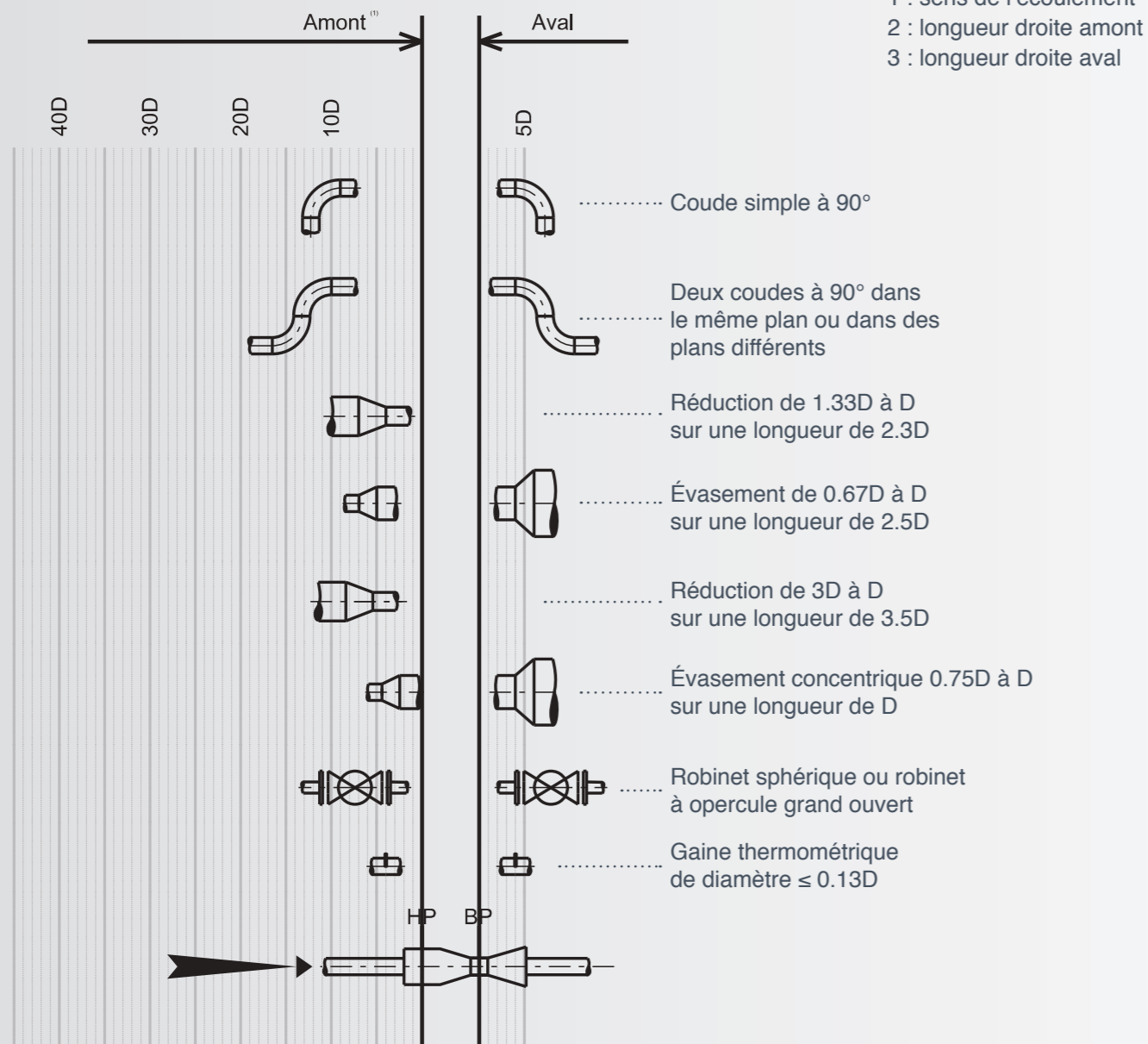


**VENTURI ( $\beta=0,5$ )**

Les valeurs de longueurs droites données ci-dessous sont valables pour une valeur du  $\beta=d/D$  de 0,5. Pour les autres valeurs de  $\beta$ , se reporter à la norme ISO 5167-4.



- 1 : sens de l'écoulement
- 2 : longueur droite amont
- 3 : longueur droite aval

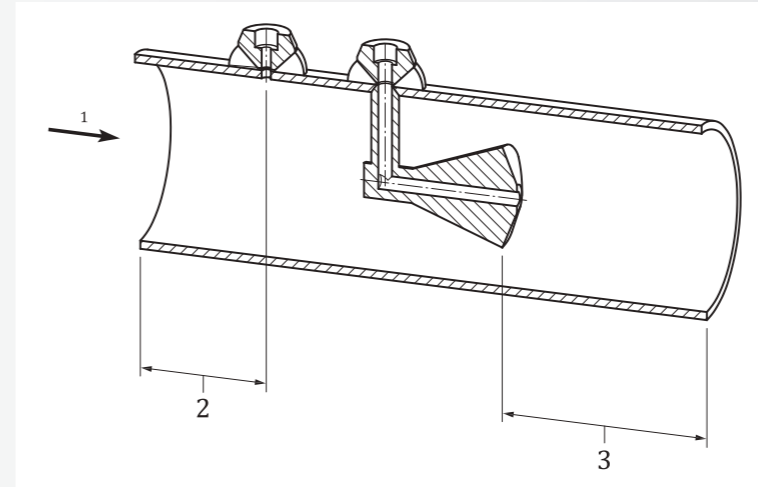


<sup>(1)</sup> Distance entre l'extrémité aval de la partie incurvée du coude le plus proche ou de la réduction/évasement et le plan de la prise de pression amont du tube de venturi classique.

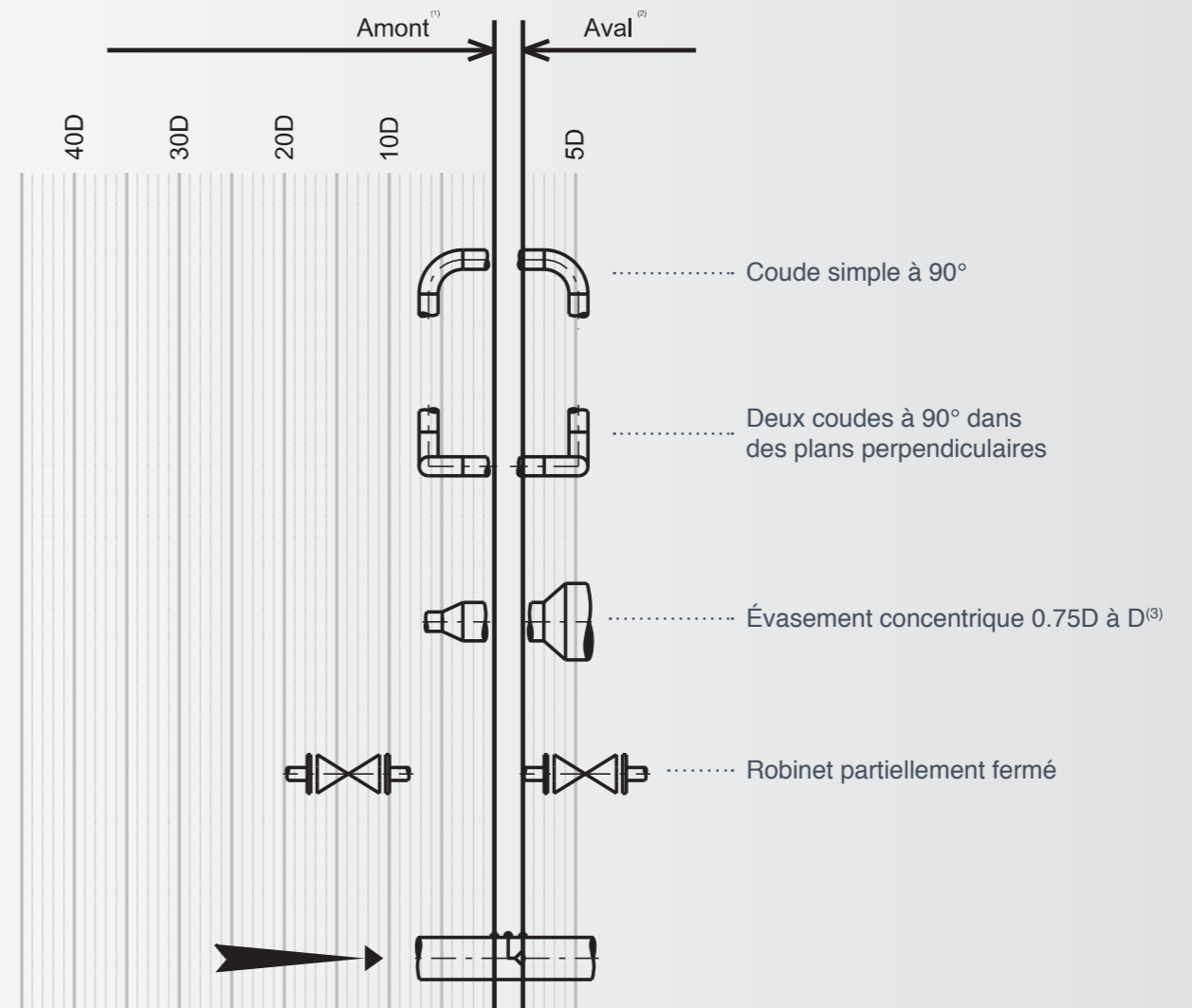


**CÔNE DE MESURE ( $0,45 \leq \beta < 0,6$ )**

Les valeurs de longueurs droites données ci-dessous sont valables pour une valeur du  $\beta=d/D$  comprise entre 0,45 et 0,6. Pour les autres valeurs de  $\beta$ , se reporter à la norme ISO 5167-5.



- 1 : sens de l'écoulement
- 2 : longueur droite amont
- 3 : longueur droite aval



<sup>(1)</sup> Distance entre l'extrémité aval de la partie incurvée du coude le plus proche ou de la réduction/évasement jusqu'au plan passant par l'axe de la prise de pression amont du cône de mesure.

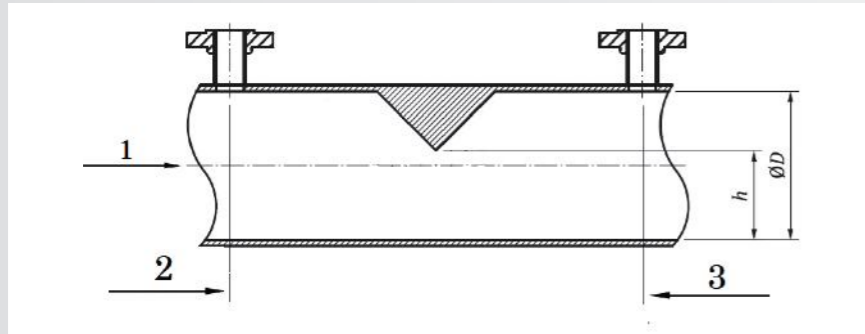
<sup>(2)</sup> Distance à partir du plan de l'arête bêta du cône de mesure jusqu'à l'extrémité amont de la partie incurvée du coude le plus proche ou de la réduction/évasement.

<sup>(3)</sup> Incertitude supplémentaire jusqu'à 0,5 %.

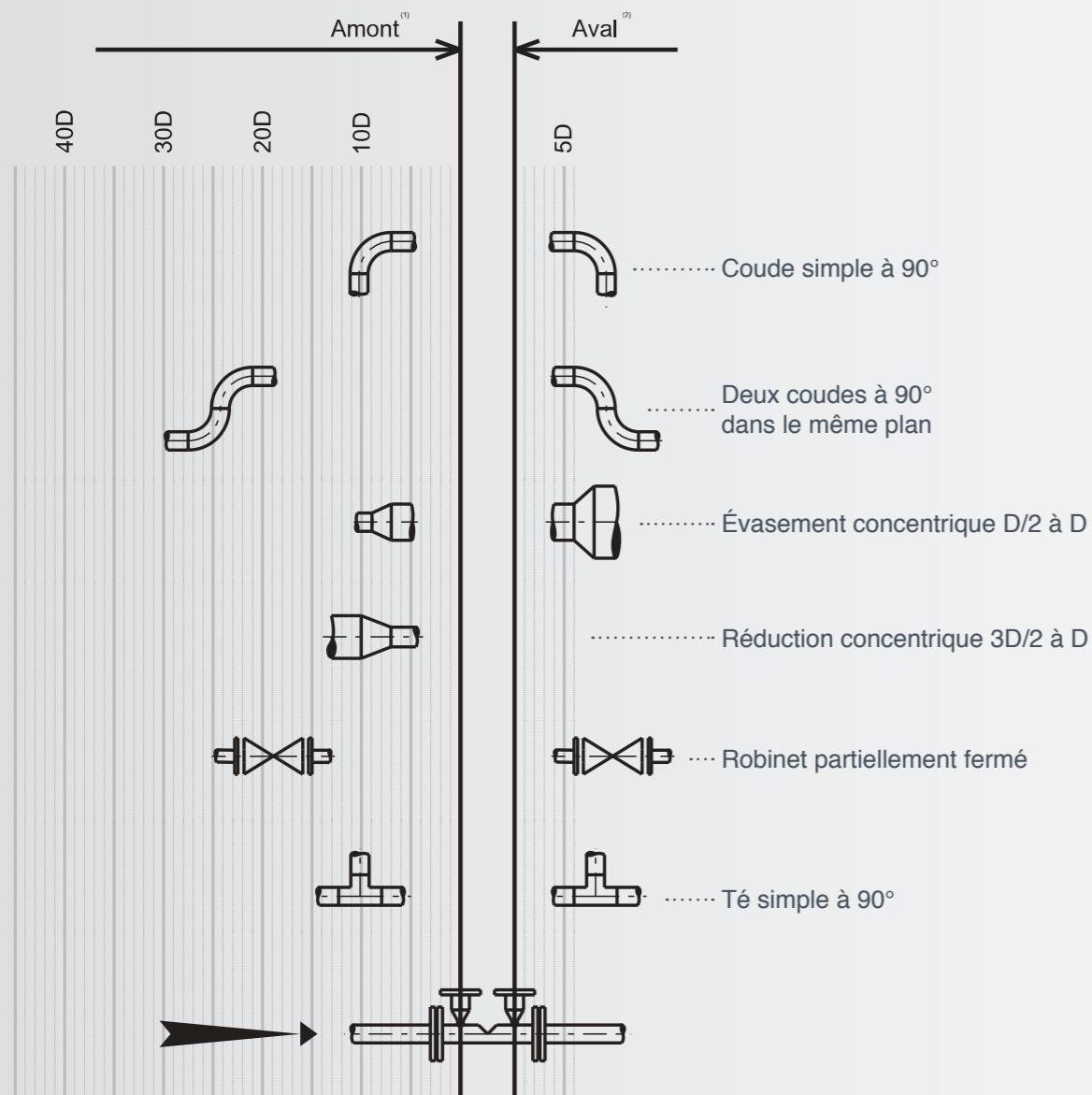


### DÉBITMÈTRE À COIN (h/D=0,5)

Les valeurs de longueurs droites données ci-dessous ont été réalisées avec un débitmètre dont la valeur h/D est égale à 0,5. En l'absence d'autres tests, il est considéré que ces données sont également valables pour des valeurs de h/D comprises entre 0,2 et 0,6 (se reporter à la norme ISO 5167-6).



- 1 : sens de l'écoulement
- 2 : longueur droite amont
- 3 : longueur droite aval



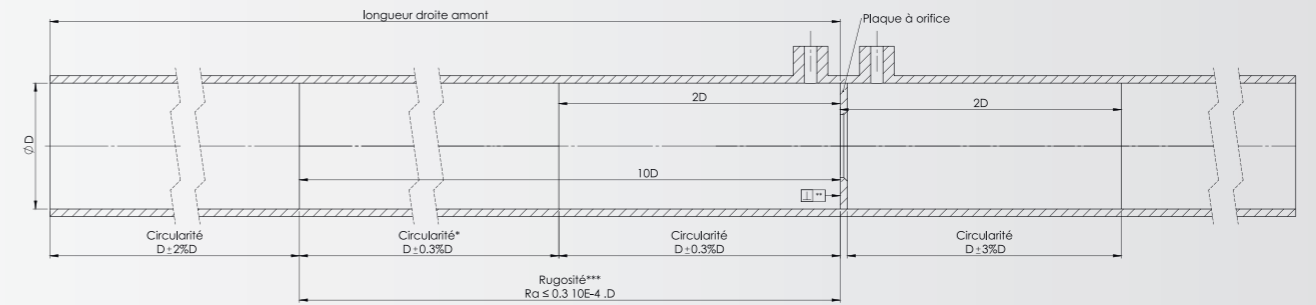
(1) Distance entre l'extrémité aval de la partie incurvée du coude le plus proche ou de la réduction/évasement et le plan passant de la prise de pression amont du débitmètre à coin.

(2) Distance entre la prise de pression aval du débitmètre à coin et l'extrémité de la partie incurvée du coude le plus proche ou de la réduction/évasement.

## 9. EXIGENCES DES VALEURS DE CIRCULARITÉ ET DE RUGOSITÉ SELON LA NORME ISO 5167



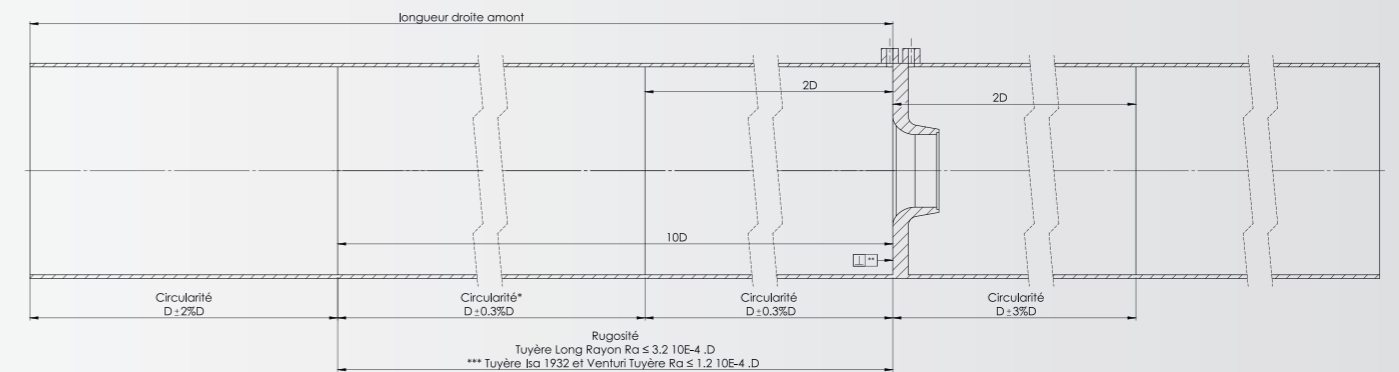
### PLAQUE À ORIFICE - SECTION DE MESURE SELON LA NORME ISO 5167-2



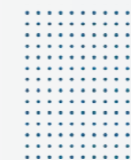
- \* sur longueur amont comprise entre 2.D et 10.D, aucune incertitude supplémentaire du coefficient de décharge si la tolérance maxi de circularité reste inférieure à 0,3%D
- \*\* l'élément primaire doit être perpendiculaire à l'axe de la conduite avec une tolérance maxi de 1°
- \*\*\* valeur variable selon  $\beta$  et  $ReD$  – nous consulter



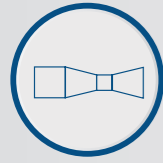
### TUYÈRE - SECTION DE MESURE SELON LA NORME ISO 5167-3



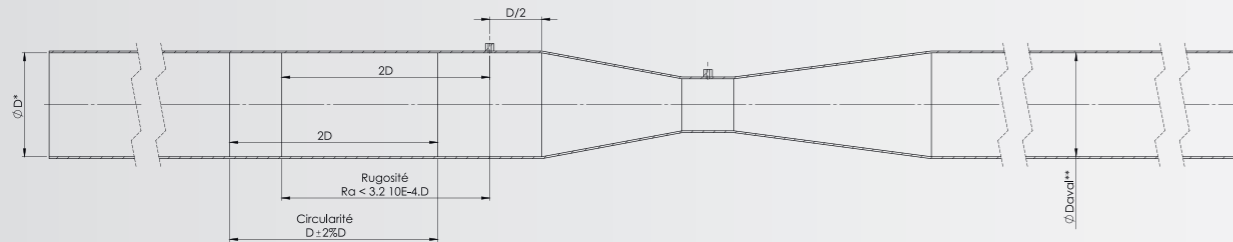
- \* sur longueur amont comprise entre 2.D et 10.D, aucune incertitude supplémentaire du coefficient de décharge si la tolérance maxi de circularité reste inférieure à 0,3%D
- \*\* l'élément primaire doit être perpendiculaire à l'axe de la conduite avec une tolérance maxi de 1°
- \*\*\* valeur variable selon  $\beta$  et  $ReD$  – nous consulter



Pour le venturi-tuyère, le diamètre de la conduite immédiatement en aval de l'élément doit être supérieur à 90% du diamètre à l'extrémité du divergent.



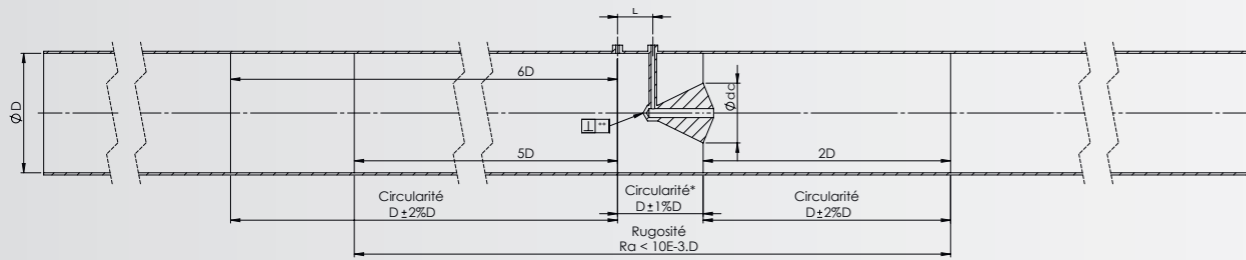
**VENTURI - SECTION DE MESURE SELON LA NORME ISO 5167-4**



\* l'élément primaire doit être perpendiculaire à l'axe de la conduite avec une tolérance maxi de 1°  
 \*\* le diamètre de la conduite immédiatement en aval du venturi doit être supérieur à 90 % du diamètre à l'extrémité du divergent



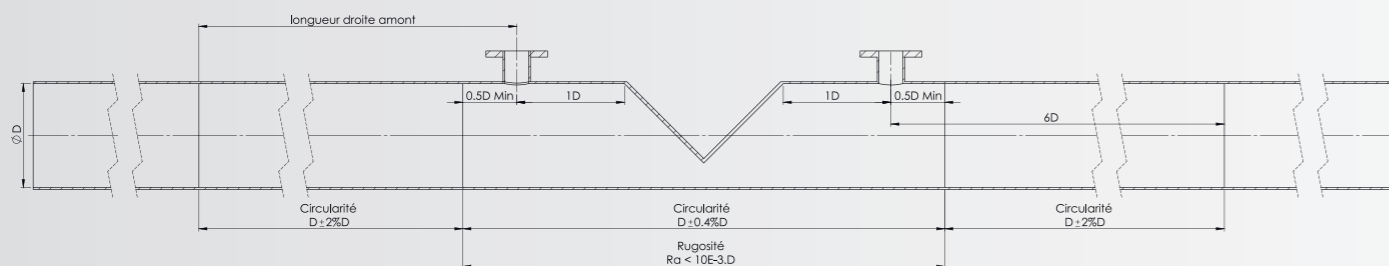
**CÔNE DE MESURE - SECTION DE MESURE SELON LA NORME ISO 5167-5**



\* sur longueur comprise entre le plan de la prise de pression amont et le plan de la circonférence maximum du cône, aucune incertitude supplémentaire du coefficient de décharge si la tolérance maxi de circularité reste inférieure à 1%D  
 \*\* le nez du cône de mesure doit être perpendiculaire à l'axe de la conduite (dans le sens vertical et horizontal) avec une tolérance maxi de 2°



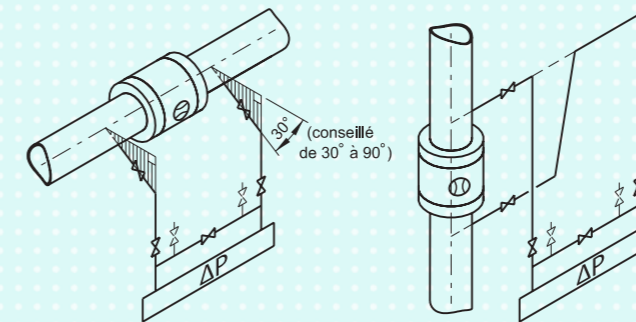
**DÉBITMÈTRE À COIN - SECTION DE MESURE SELON LA NORME ISO 5167-6**



**10. MONTAGE DU TRANSMETTEUR SELON LES APPLICATIONS**

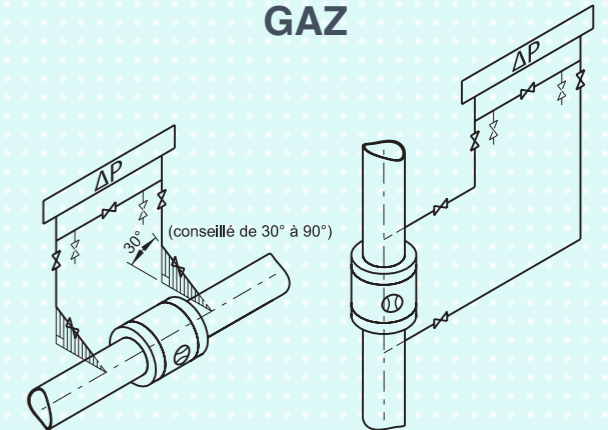


**APPLICATION LIQUIDE**



Les prises de pression doivent être orientées vers le bas et le transmetteur doit être monté en-dessous de façon à ce que de l'air éventuellement présent dans le fluide reste dans la tuyauterie et n'influence pas la mesure.

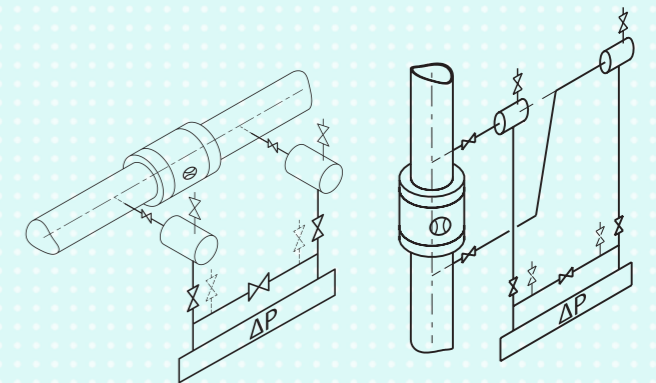
**APPLICATION GAZ**



Les prises de pression doivent être orientées vers le haut et le transmetteur monté au-dessus de façon à ce que tout condensat présent dans le fluide reste dans la tuyauterie et n'influence pas la mesure.

**APPLICATION VAPEUR**

Deux pots de condensation doivent être prévus et installés au même niveau. Le transmetteur doit être positionné au-dessous. Les pots de condensation doivent être remplis d'eau avant la mise en service.



Les schémas ci-dessus permettent d'expliquer les **montages de l'organe déprimogène selon les types de fluides**. Pour les besoins du schéma, nous avons représenté un élément primaire de mesure de débit standard. À sa place, tous les éléments de mesure de débit peuvent ainsi être considérés.



# 11. APPLICATION SPÉCIALE RANGEABILITÉ OU DYNAMIQUE DE MESURE JUSQU'À 1 : 36

La valeur d'un débit est calculée avec la **formule** suivante :

$$Q = K \sqrt{\Delta P}$$

Q débit  
K constante qui tient compte des paramètres du fluide et de la tuyauterie  
 $\Delta P$  pression différentielle

L'incertitude sur le débit est minimale lorsqu'on se situe à 100 % du débit maximal ( $Q_{max}$ ) pour lequel l'organe déprimogène a été calculé. La plage du transmetteur de pression différentielle doit également être choisie de façon à être la plus proche possible de la pression différentielle à mesurer au débit maximal.

La rangeabilité d'un organe déprimogène correspond au rapport entre le débit maximal et le débit minimal mesurables avec une incertitude de mesure faible. Ainsi, plus un débitmètre a une rangeabilité élevée, plus il est capable de mesurer de façon précise des débits bien inférieurs au débit maximal.

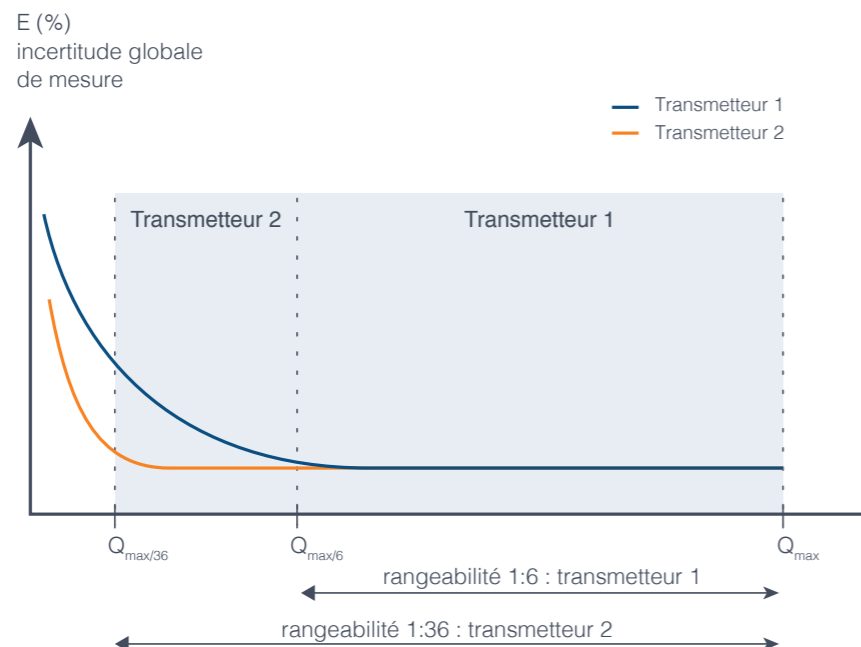
De façon générale, le débitmètre à pression différentielle a une rangeabilité de 1 : 6

c'est-à-dire qu'il garde une bonne précision de mesure pour des valeurs de débits allant de 100 % à 16 % (soit  $Q_{max}/6$ ) du débit maximal.

Si l'incertitude de mesure doit rester faible sur une plage plus large de débit, il est nécessaire de monter deux transmetteurs de pression différentielle en parallèle : le premier assurera la mesure de 100 % à 16 % du débit maximal, le second prendra le relais pour la plage plus basse de débit allant de 16 à 2 % du débit maximal.

**Ainsi, le débitmètre à pression différentielle peut mesurer de façon fiable et avec une précision importante des débits allant de 2 à 100 % du débit maximal mesurable. On parle alors d'une rangeabilité de 1 : 36.**

Rangeabilité du débitmètre



# 12. MODES DE PROTECTION ENVIRONNEMENT ÉLECTRIQUE / ATEX

## SIL (SAFETY INTEGRITY LEVEL)

Les fonctions de sécurité des instruments de mesure sont destinées à réduire les risques liés aux process, pouvant constituer un danger pour les êtres humains, l'environnement et les biens matériels. La certification SIL (Safety Integrity Level) reflète le **niveau de sûreté de fonctionnement de dispositifs de sécurité selon la norme CEI 61508 / NF EN 61508**. Cette norme traite de la sécurité fonctionnelle des systèmes électriques, électroniques et électroniques programmables. Elle prévoit 4 niveaux d'intégrité de sécurité du matériel : SIL1 à 4 (4 étant le plus haut niveau d'intégrité).

L'évaluation du risque sur site permet l'estimation du niveau de SIL souhaité.

## CORRESPONDANCE ENTRE PERFORMANCE ET SIL

Safety Integrity Level	Probabilité de défaillance à la sollicitation / an Ou PFD (Probability of Failure on Demand) per year Fonctionnement sur demande	Facteur de réduction de risque Ou RRF (Risk Reduction Factor)	Probabilité de défaillance dangereuse / h Ou PDF (Probability of Dangerous Failure) / hour Fonctionnement continu
1	$10^{-1}$ à $10^{-2}$	10 à 100	$10^{-5}$ à $10^{-6}$
2	$10^{-2}$ à $10^{-3}$	100 à 1 000	$10^{-6}$ à $10^{-7}$
3	$10^{-3}$ à $10^{-4}$	1 000 à 10 000	$10^{-7}$ à $10^{-8}$
4	$10^{-4}$ à $10^{-5}$	10 000 à 100 000	$10^{-8}$ à $10^{-9}$

## ATMOSPHÈRE EXPLOSIVE : CERTIFICATION ATEX (POUR L'EUROPE) ET IECEx (INTERNATIONAL)



La directive 2014/34/UE donne une définition de l'ATmosphère EXplosive : c'est un **mélange avec l'air, dans les conditions atmosphériques, de substances inflammables sous forme de gaz, vapeurs ou poussières dans lequel, après inflammation, la combustion se propage à l'ensemble du mélange non brûlé.**

Les appareils ou systèmes de protection destinés à être utilisés en atmosphère explosive doivent respecter cette directive.

## ZONES ATEX / CATÉGORIES DE MATÉRIEL

Le classement des zones à risque d'explosion sur un site est de la responsabilité du chef d'établissement. Une distinction est faite entre les zones avec du gaz ou des vapeurs et les zones en présence de poussières.

Zone	Danger	Catégorie d'appareils	Niveau de protection du matériel (EPL)
<b>Gaz / Vapeur (G)</b>			
Zone 0	Atmosphère explosive présente 1000 heures/an ou plus, en fonctionnement normal = <b>danger permanent, de longue durée ou fréquent</b>	1G Niveau de protection : Très haut	Ga
Zone 1	Atmosphère explosive présente entre 10 et 1000 heures/an, en fonctionnement normal = <b>danger occasionnel</b>	2G (ou 1G) Niveau de protection : Haut	Gb
Zone 2	Atmosphère explosive présente moins de 10 heures/an, en cas de dysfonctionnement seulement = <b>danger rare ou de courte durée</b>	3G (ou 2G ou 1G) Niveau de protection : Normal	Gc
<b>Poussières (D)</b>			
Zone 20	Atmosphère explosive présente 1000 heures/an ou plus, en fonctionnement normal = <b>danger permanent, de longue durée ou fréquent</b>	1D	Da
Zone 21	Atmosphère explosive présente entre 10 et 1000 heures/an, en fonctionnement normal = <b>danger occasionnel</b>	2D (ou 1D)	Db
Zone 22	Atmosphère explosive présente moins de 10 heures/an, en cas de dysfonctionnement seulement = <b>danger rare ou de courte durée</b>	3D (ou 2D ou 1D)	Dc

## MODES DE PROTECTION

Mode	Symbole	Zone gaz/ poussières	Catégories d'appareils	Principe
Sécurité intrinsèque	ia ib ic	0 / 20 1 / 21 2 / 22	1G / 1D 2G / 2D 3G / 3D	Energie limitée en entrée ; empêche la formation d'arc ou d'étincelles électriques
Anti-déflagrant (ou ADF)	d	1	2G	Enveloppe robuste qui résiste à une explosion interne et empêche toute propagation de la flamme à l'extérieur
Sécurité augmentée	e	1	2G	Composants à l'intérieur de l'enveloppe ne doivent pas produire d'arcs, d'étincelles ni de température dangereuse

Les modes de protection les plus utilisés pour les capteurs de température Deltafluid sont le ia et le d.

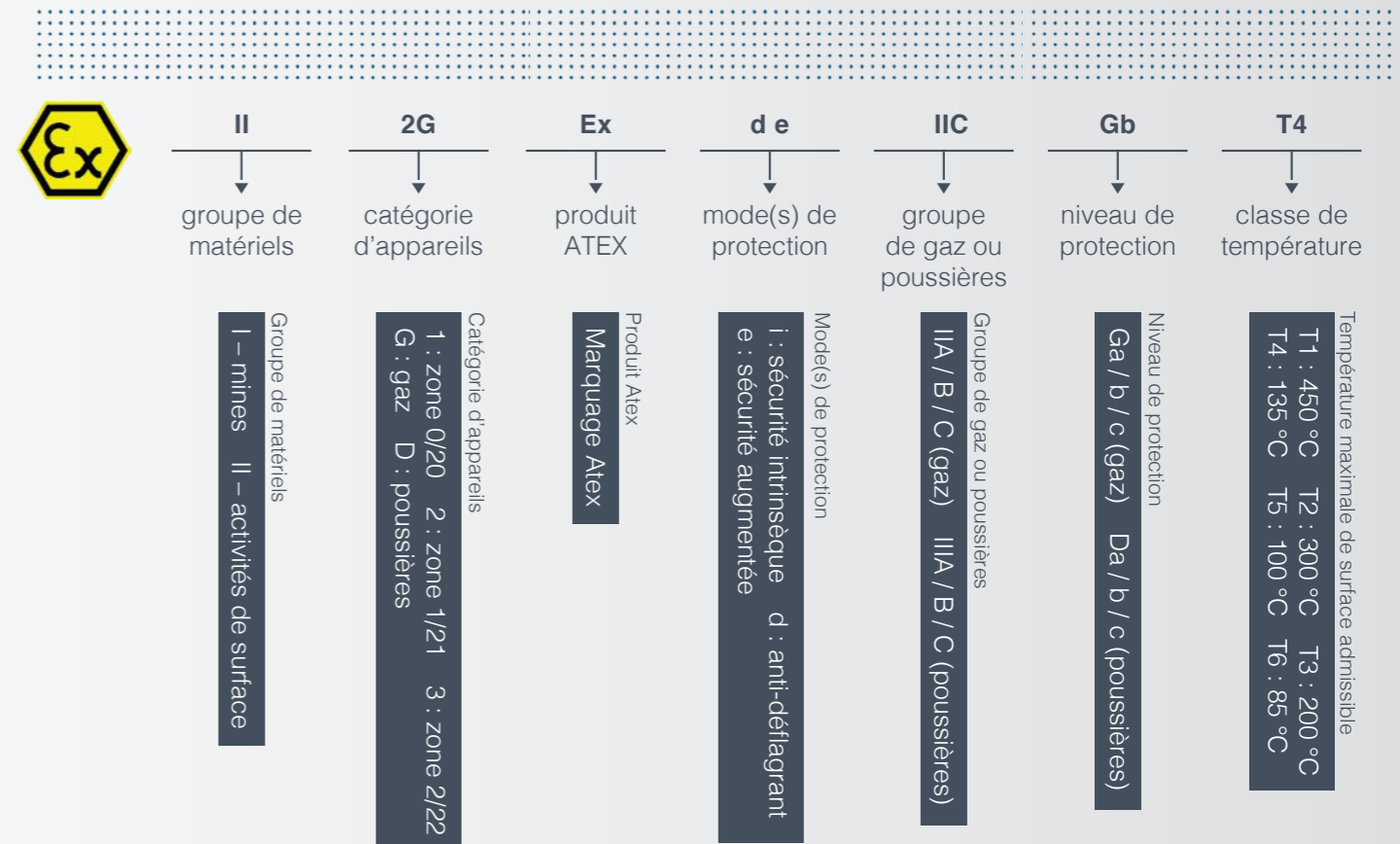
## GROUPES DE GAZ

Groupe	Gaz de référence	Dangerosité
I	Méthane (exploitation minière)	+
IIA	Propane	++
IIB	Ethylène	+++
IIC	Hydrogène/Acétylène	+++

## GROUPES DE POUSSIÈRES

Groupe	Type de poussières	Dangerosité
IIIA	Fibres combustibles	+
IIIB	Poussières non conductrices	++
IIIC	Poussières conductrices	+++

## MARQUAGE ATEX





Représentants locaux  
Site France

## Nos activités



Chimie & Pétrochimie



Énergie



Pétrole & Gaz



Agro-alimentaire



Sidérurgie

ISO 9001  
BUREAU VERITAS  
Certification



RD 817 - Chemin Les Augas  
64170 LACQ - FRANCE

Tel. : + 33 5 59 30 85 20  
delta64@deltafluid.fr

[www.deltafluid.fr](http://www.deltafluid.fr)