

3.5 Les capteurs d'écoulement

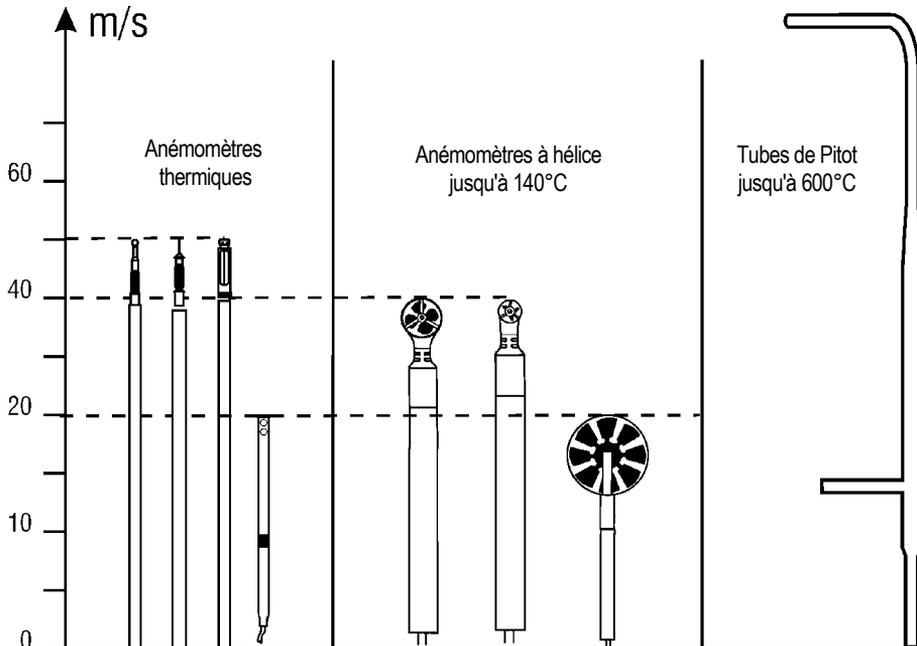
3.5.1 Sélection du capteur d'écoulement

Dans la gamme des capteurs ALMEMO®, vous avez le choix pour la mesure de vitesse d'écoulement entre des sondes thermoanémométriques, des tubes de Pitot et des anémomètres à hélice. Les critères de sélection sont la plage de mesure et la température d'utilisation:

Capteur	Vitesses d'écoulement	Températures d'utilisation
Anémomètres thermiques	0.1 à 50 m/s	jusqu'à 60°C
Anémomètres à hélice	de 0.2 à 40 m/s	jusqu'à 140°C
Tubes de Pitot	env. 7 à 100 m/s	jusqu'à 600°C

3

Plages de mesure et temp. d'utilisation de différentes sondes



Capteur de mesure:	Avantages	Inconvénients
Anémomètres thermiques	écoulements d'air même très faibles sont mesurables (p. ex. mesures de courants d'air), la mesure indépendante de la direction est possible	capteurs délicats, sensibles aux sollicitations mécaniques et aux salissures, sensibles aux écoulements turbulents, grande consommation de courant, température ambiante limitée
Anémomètres à hélice	grande précision aux vitesses moyennes d'écoulement et aux températ. ambiantes moyennes, insensibles aux écoulements turbulents	capteurs délicats, sensibles aux sollicitations mécaniques, dépendants de l'orientation
Tubes de Pitot	pour les grandes vitesses d'écoulement et les conditions d'emploi rudes, températures ambiantes élevées possibles, facile à nettoyer	très dépendants de l'orientation, faibles vitesses d'écoulement non mesurables, dépendants de la température, précision limitée, sensibles aux écoulements turbulents

Généralités sur le montage de capteurs d'écoulement

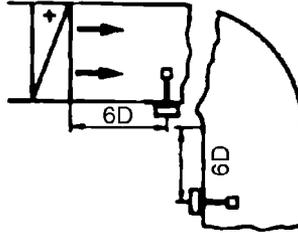
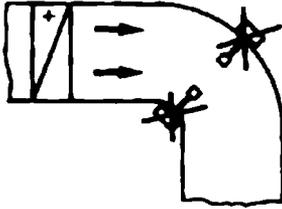
La précision et la fiabilité de détermination de la vitesse d'air dépend du positionnement correct du capteur.

Les mesures précises ne sont possibles que lorsque les capteurs sont placés suffisamment loin des endroits aux écoulements turbulents. Les turbulences apparaissent aux coudes de tube, dérivations, derrières les volets, les ventilateurs ou les changements de section.

La portion de stabilisation est fonction du diamètre du tube D .

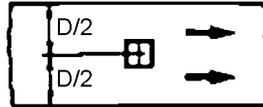
Pour les tubes à section carrée:
$$D = \frac{2ab}{a+b}$$

Les images suivantes doivent vous aider lors de l'installation d'un transmetteur de vitesse d'air.

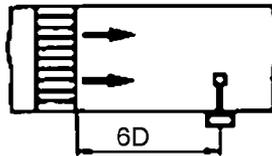
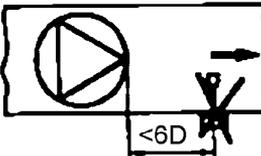


On obtient des valeurs de mesure précises en tenant compte lors du montage des tronçons de stabilisation après les coudes de tube, dérivations, derrière les volets, ventilateurs ou les changements de section, conformément à la formule ci-dessous.

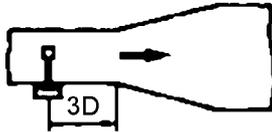
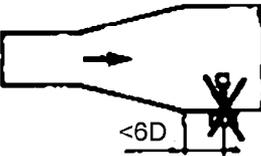
3



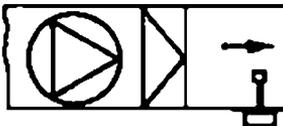
Monter le capteur au milieu de la gaine.



Le placement optimal se situe derrière les filtres et redresseurs, du fait de l'absence d'effet de vrille.



Placer le capteur devant les diffuseurs et confuseurs.



Les filtres et refroidisseurs stabilisent l'écoulement.

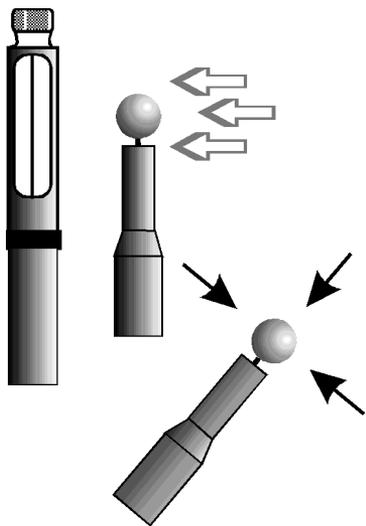
3.5.2 Anémomètres thermiques

Les thermistances et les sondes à fil chaud sont des capteurs de mesure très sensibles même pour les faibles vitesses d'air. Ils sont adaptés à l'emploi dans tous les domaines de la climatisation et de la ventilation, ainsi que dans la domotique et aussi pour juger les postes de travail (courant d'air). La gamme des capteurs ALMEMO® offre des sondes thermoanémométriques pour différentes plages de mesure et différentes précisions:

- Les anémomètres thermiques FVA935-THx avec poignée de la plage de mesure et de compensation de température numérique.
- Les anémomètres thermiques MT 84x5 avec boîtier électronique séparé, câble de raccordement ALMEMO® et plage de mesure sélectionnable.

Les grandeurs Température (FVA935-TH) et Vitesse d'air sont programmées dans le connecteur ALMEMO® sur deux voies de mesure et peuvent être lues par tout appareil de mesure ALMEMO®, mises à la bonne échelle et affichées avec l'unité. Pour les mesures de débit volumique, il est possible de saisir très facilement sur les appareils ALMEMO® portables, la section ou le diamètre de la gaine de ventilation.

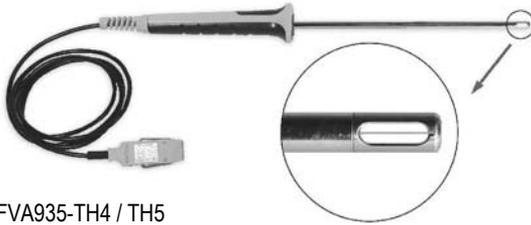
Principe de mesure



La sonde de mesure renferme un semi-conducteur variable en température (CTN), lequel est chauffé par passage d'un courant.

Dès que le semiconducteur chauffé est soumis à un courant d'air, il se refroidit. Le niveau de déperdition thermique donne une mesure de la vitesse d'air. Un circuit de régulation maintient constante la température de l'élément, lequel est refroidit par l'écoulement d'air. Le courant de régulation est proportionnel à la vitesse d'écoulement.

Thermo-anémomètre FVA935-THx



FVA935-TH4 / TH5



FVA935-TH4Kx / TH5Kx

Le capteur de vitesse d'air FVA935TH s'utilise comme anémomètre à film chaud. Pour ce faire, un courant électrique envoyé par le capteur réchauffe la zone résistive, laquelle est à son tour refroidie par l'air s'écoulant le long de celle-ci. Le refroidissement est d'autant plus fort que la vitesse d'air ou le courant massique est fort et que la température de l'air est basse. La température d'équilibre s'établissant donne une mesure du courant massique.

Le capteur de température intégré sert à la compensation de température automatique.

3

Caractéristiques techniques

Écoulement	FVA935TH4/TH4Kx	FVA935TH5/TH5Kx
Plage de mesure :	0 ... 2 m/s	0 ... 20 m/s
Résolution :	0,001 m/s	0,01 m/s
Temps de réponse :	< 1,5 s	
Précision :	$\pm(0,04 \text{ m/s} + 1\% \text{ de lect.})$	$\pm(0,2 \text{ m/s} + 2\% \text{ de lect.})$
Compensation en temp. :	0 ...+50 °C	
Sens d'écoulement :	bidirectionnel	
Dépendance angulaire :	<3% de la mes. pour rotation < 15°	
Température		
Plage de mesure :	-20 ...+70°C	
Résolution :	0,1°C	
Précision :	$\pm 0,7 \text{ °C}$	

Conditions nominales		
Température :	22 °C ± 2 K	
Humidité de l'air :	45 ± 10 % r.H. (sans condensation)	
Pression atm.	1013 mbar	
Alimentation :	6 ... 13V / 40 mA	
Dimensions		
Diamètre de sonde :	6 mm	

FVA935TH4/TH5

Sonde à poignée Longueur de sonde : 210 mm (sans poignée)
câble ALMEMO® : 1,5 m

FVA935TH4Kx/TH5Kx

Sonde à électronique séparée dans le boîtier du connecteur
Longueur de sonde : THxK1 80 mm / THxK2 300 mm
Câble de sonde : 5 m jusqu'à l'électronique,
câble ALMEMO® : 1,5 m

Maintenance

Les sondes de vitesse d'air FVA935TH4/5 ne contiennent aucune pièce mobile et sont donc sans usure. Grâce au principe innovant d'anémomètre à film chaud, les capteurs sont largement insensibles aux saletés et à la poussière, de sorte qu'aucune maintenance ne soit nécessaire dans les conditions normales. En cas de fortes sollicitations, nous recommandons un nettoyage périodique avec de l'alcool d'isopropyle. On laisse ensuite sécher l'élément à l'air. Éviter d'utiliser des moyens mécaniques.

Anémomètre thermique FVA605-TA

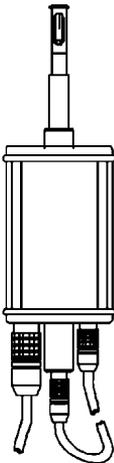
Pour mesurer la vitesse d'air, le programme des capteurs ALMEMO® prévoit en plus des anémomètres à hélice et des tubes de Pitot, des anémomètres thermiques calibrés au laser à sensibilité unidirectionnelle ou omnidirectionnelle. Grâce à la mémorisation des données du capteur dans le connecteur ALMEMO®, les mesures sont indiquées à la bonne échelle en m/s. On peut également à l'aide d'un facteur ou la saisie d'une section, déterminer le débit volumique.

Principe de mesure:

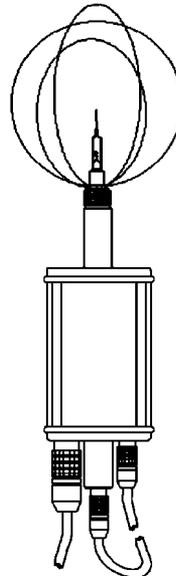
La pointe de mesure possède une résistance CTN laquelle est chauffée à une température constante supérieure à celle de l'ambiance. On mesure ainsi la vitesse d'écoulement en se basant sur la puissance de chauffe nécessaire. La mesure étant fortement dépendante de la température ambiante, on mesure à l'aide d'une autre résistance CTN de précision la température ambiante et on la compense automatiquement. Les anémomètres thermiques conviennent idéalement pour mesurer les faibles vitesses d'air p. ex. les mesures de courants d'air.

3

Versions:



FVA605-TAx



FVA605-TAxO

L'anémomètre thermique est constitué d'un tube de sonde comportant le capteur de température CTN et la thermistance miniature chauffée, ainsi que le module convertisseur avec l'électronique de valorisation du capteur de mesure. Celui-ci a été ajusté avec le capteur prévu à cet effet. C'est pourquoi convertisseur et capteur ne sont pas interchangeables ! Le module porte le même numéro de fabrication que son capteur (sur la plaque de type).

Il existe 2 versions mécaniques à 2 plages de mesure différentes:

Unidirectionnel (sensible dans une direction) à pointe de mesure protégée:

FV A605-TA1:	vitesse d'air	0.010 à 1.000 m/s
FV A605-TA5:	vitesse d'air	0.15 à 5.00 m/s
FV A605-TA5:	vitesse d'air	0.15 à 5.00 m/s

Omnidirectionnel (pointe sphérique indépendante de la direction) avec embout de protection:

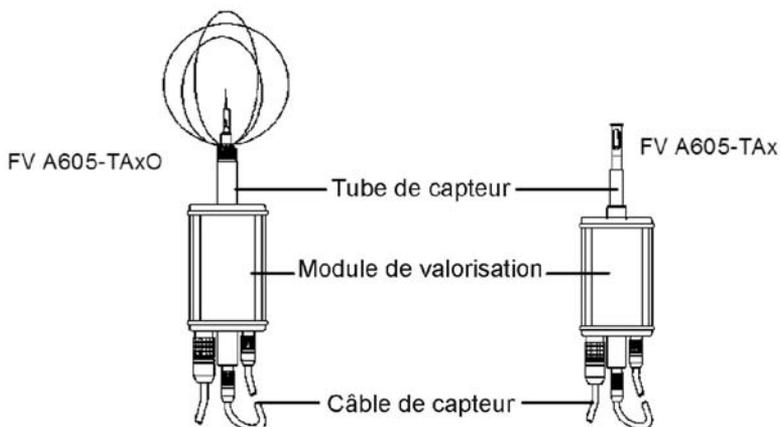
FV A605-TA10:	Vitesse d'air	0.010 à 1.000 m/s
FV A605-TA50:	Vitesse d'air	0.15 à 5.00 m/s

Programmation:

	FV A605 TA1/10	FV A605 TA5/50
Plage:	0.010 à 1.000 m/s	0.15 à 5.00 m/s
Signal de sortie:	0 à 1V	0 à 1V
Plage:	d2600	d2600
Unité:	m/s	m/s
Facteur:	0.01	0.05
Exposant:	+1	+2
Base:	-	-

Montage et manipulation:

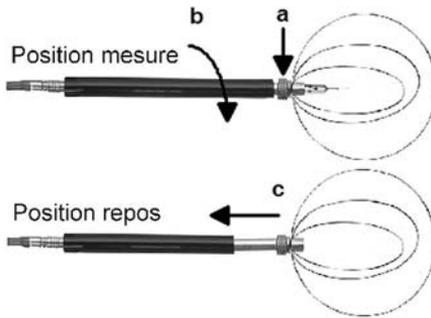
1. Raccorder le capteur sur le câble bleu de capteur.
2. Raccorder le module de valorisation sur l'appareil par le câble noir.



3. Mettre l'appareil sous tension.

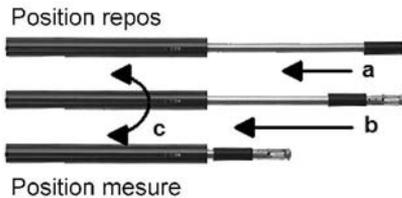
Il est possible de rentrer le capteur dans le module de valorisation, comme le montre la figure ci-dessus. On obtient ainsi une unité compacte, simple à manipuler. Alternativement il est également possible de se servir du capteur indépendamment du module de valorisation:

1. Séparer le câble de capteur de son tube.
2. Sortir du module le tube de capteur.
3. Rebrancher le câble du capteur sur le capteur.

Protection du capteur:FV A605 TAxO

1. En position de mesure, tenir la pointe du capteur par la poignée moletée (a).
2. tourner la poignée bleue (b) dans le sens des aiguilles.
3. La poignée se rétracte (c) et la pointe du capteur disparaît en position de protection.
4. Inverser les étapes 3 à 1 pour remettre la pointe du capteur en position de mesure

3

FV A605 TAx

1. Zum Öffnen der Fühlerspitze schwarze Schutzkappe (a) in Griffriechtung zurückschieben.
2. Bei festgehaltenem Fühlerrohr kann dieses durch leichtes Verdrehen des blauen Fühlergriffes (b) gelöst oder gesichert werden.
3. Fühlerrohr in die gewünschte Position bringen und durch Verdrehen sichern.

Mesure:

Après avoir branché la sonde et mis l'appareil ALMEMO® sous tension, les valeurs de mesure s'affiche à la bonne échelle avec l'unité et peuvent être lues immédiatement en m/s.

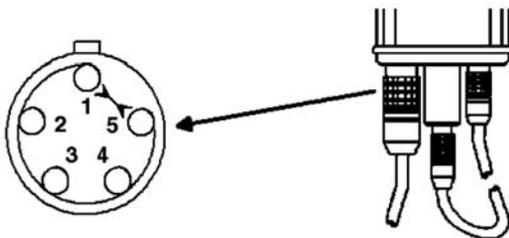
Lors des mesures sur un canal, il faut respecter les espacements de sécurité par rapport aux points de turbulence. Afin d'obtenir des mesures stables, l'appareil ALMEMO® 2390-5 ou 2690-8 convient parfaitement car il moyenne en continu les valeurs mesurées à l'aide de la fonction **CONSTANTE DE TEMPS**. Vous trouverez d'autres fonctions de calcul de moyenne et de mesure de débit volumique dans le guide ALMEMO (cf. guide 3.5) ou dans la notice ALMEMO® Calcul de moyenne.

Réglage du zéro:

Normalement il n'est pas nécessaire de régler à nouveau le point zéro. Il peut cependant se décaler un peu après longtemps ou par de fortes secousses lors du transport.

Si le signal de sortie ne correspond pas à 0 m/s à capteur couvert, il faut effectuer un réglage du zéro.

1. Le capteur doit être fermé, attendre au moins 3 minutes après fermeture.
2. Sur la prise "LEMO (grosse)" court-circuiter pendant env. 3 à 4 secondes les broches 1 et 5 puis les séparer.
3. Le module de valorisation se trouve maintenant en mode réglage et effectue automatiquement une compensation du zéro. Après un temps d'attente d'env. 2 minutes, le capteur est à nouveau prêt à l'emploi.



Veiller à ce que la température ambiante reste stable lors de la compensation.

Fusible:

Si malgré la présence de la tension d'alimentation l'on observe aucun signal de sortie, couper l'alimentation pendant au moins 30 s. Le fusible PTC éventuellement ouvert peut ainsi se régénérer.

Nettoyage:

Les capteurs de mesure sont en principe sans entretien. Les dépôts de saletés sur la CTN chaude conduisent cependant à des erreurs de mesure.

Pour nettoyer la tête, celle-ci peut être trempée avec précaution dans un liquide de nettoyage non agressif. Rincer ensuite dans de l'eau distillée et bien laisser sécher.



ATTENTION !

NE PAS toucher à la pointe du capteur ! NE JAMAIS sécher la tête avec un sèche cheveux à air chaud ou de l'air comprimé !
Les cellules sont sensibles et pourraient être endommagées.

Caractéristiques techniques:**Boîtier électronique à capteur**

Plage:	FV A605 TA1(O):	0,01 à 1 m/s
	FV A605 TA5(O):	0,15 à 5 m/s
Résolution:	FV A605 TA1(O):	0,001 m/s
	FV A605 TA5(O):	0,01 m/s
Précision:	FV A605 TA1(O):	±1,0% de pl. éch.; ±1.5% de la mes.
	FV A605 TA5(O):	±0.5% de pl. éch.; ±1.5% de la mes.
Conditions nominales:	22 °C, 960 hPa	
Compensation autom. de température:	active dans la plage 0 à 40°C	
Incidence de températ.:	±0.5% de la pleine échelle/°C	

Capteur

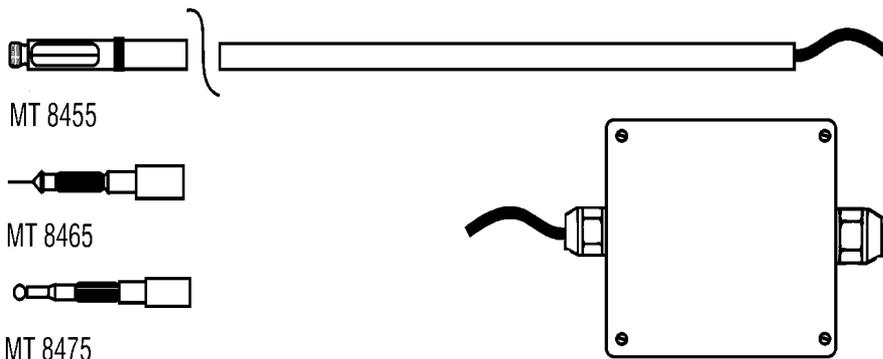
Taille de la tête:	Ø 8 mm	
Corps:	Ø 15 mm	
Plage d'utilisation:	0 à 40 °C	
Angle d'entrée d'écoulement:	FV A605 TA1/TA5:	±30°
	FV A605 TA10/TA50:	±180°
Ouverture hélice:	FV A605 TAx seul	Ø 9 mm
	FV A605 TAxO:	Ø 110 mm (crépine)
Longueur du capteur	FV A605 TAx:	300 m
	FV A605 TAxO:	310 mm
Longueur du câble:	1.5 m	
Température de stockage:	de -30 à +60 °C	

Caractéristiques techniques générales

Milieux de mesure:	air sec ou gaz inertes	
Temps de réponse:	FVA605TAxD:	amorti: 1t = 2 s
	FVA605TAxU:	non amorti: 1t = 100 ms
Alimentation:	depuis l'appareil ALMEMO® (env. 7 à 10V)	
Consommation:	env. 70 mA	
Signal de sortie:	0 à 1V, linéarisé, résistance de charge au moins 10kW	
Boîtier:	Dimensions:	100 x 60 x 35 mm (L x l x H)
	Indice de protection:	IP 40 (boîtier aluminium)
	Masse:	env. 250 g
Température fonctionn.:	0 à 40 °C	
Température de stockage:	de -30 à 90 °C	
Humidité de l'air:	0 à 90 % h.r. (sans condensation)	
Etalon de réglage:	gaine d'air Doppler laser, (certificat conforme à SN EN 45001) Réglage à 22°C/env. 960hPa	

Anémomètre thermique MT 84x5

Les anémomètres thermiques MT 84x5 sont des sondes très précises calibrées au laser, avec plages de mesure réglables et signaux de sortie normés.



MT 8455: Capteur polyvalent à pointe de mesure protégée

MT 8465: Capteur tige à petite pointe de mesure

MT 8475: Capteur universel à pointe boule indépendante de la direction

Les anémomètres thermiques peuvent se raccorder au moyen d'un câble spécial à tous les appareils ALMEMO®. Les appareils reconnaissent automatiquement le capteur et affichent à l'écran la valeur mesurée correcte avec l'unité correspondante.

Mesure

La sonde doit être installée de manière fixe avant utilisation. Le sens d'écoulement est marqué sur la sonde. Afin d'obtenir des valeurs mesurées stables c.-à-d. pour pouvoir mieux lire une indication variable, régler une grande constante de temps ou se servir du calcul de valeur moyenne de l'appareil de mesure.

Nettoyage

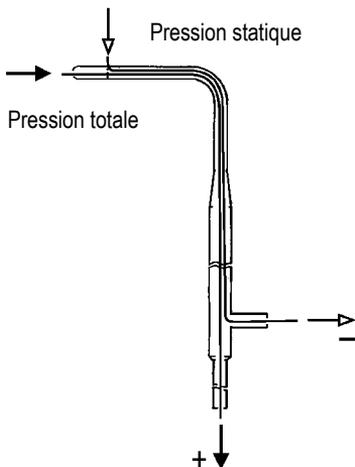
Poussières et saleté peuvent se déposer sur la sonde. Si nécessaire, la sonde peut être nettoyée à l'aide d'une brosse souple et d'une solution de nettoyage douce comme de l'alcool isopropylique.

Caractéristiques techniques du MT 84x5:

Plages de mesure:	MT 8455, MT 8465 réglables de 0.125 m/s à 1.0 / 1.25 / 1.5 / 2.0 / 2.5 / 3.0 / 4.0 / 5.0 / 7.5 / 10.0 12.5 / 15.0 / 20.0 / 25.0 / 30.0 / 40.0 / 50.0 m/s MT 8475 réglable de 0.05 m/s à 0.5 / 0.75 / 1.0 / 1.25 / 1.5 / 2.0 / 2.5 m/s
Précision:	MT 8455/8465: $\pm 2\%$ de mes., $\pm 0.5\%$ de la plage sélectionnée MT 8475: $\pm 3\%$ de mes., $\pm 1\%$ de la plage sélectionnée
Température nominale:	MT 8455/8465: 18–28°C<, > °C +0.2% par °C MT 8475: 20–26°C<, > °C +0.5% par °C
Orientation nominale:	horizontale
Résolution:	0.07 % de la plage sélectionnée
Reproductibilité:	< $\pm 1\%$ de la mesure
Tension d'alimentation:	11 à 30 V CC
Consommation:	max. 350 mA
Constante de temps:	sélectionnable de 0.05 à 10 s
Plage d'utilisation:	0 à 60 °C
Dimensions:	Longueur sonde 300 mm, pointes de mesure 32 mm, câble 5 m boîtier 126 x 80 mm, 60 mm de haut

3.5.3 Modules de mesure de pression dynamique

Notions fondamentales



La vitesse d'air est déterminée par la pression dynamique et la pression statique. Celle-ci apparaît lorsque l'on maintient un tube de Prandtl dans un écoulement d'air.

La pression totale s'exerce sur l'ouverture du tube et est transmise sur la borne (+) du module de mesure de pression.

Seule la pression statique est récupérée sur les fentes latérales et conduite à la borne (-).

La différence de pression, la pression dynamique, donne une mesure de la vitesse d'écoulement. Celle-ci est valorisée puis affichée.

La pression dynamique dépend de la vitesse d'air par les relations suivantes:

1. Densité de l'air:

$$\rho = \rho_0 \frac{273}{273 + T} \quad \text{avec } \rho_0 = 1.292 \text{ kg/m}^3 \text{ (densité à } 0^\circ\text{C)}$$

$T = \text{température de l'air en } ^\circ\text{C}$

2. Vitesse d'air (valable jusqu'à env. 40 m/s):

$$v = \sqrt{\frac{2p}{k\rho}} \quad \text{avec } p = \text{pression dynamique en Pa}$$

$k = \text{coefficient de la sonde}$
tube de Prandtl: $k = 1$
sonde cylindrique: $k = 1.7$

3. Vitesse d'air tenant compte de la compressibilité de l'air (valable également au-dessus de 40 m/s):

$$v = \sqrt{\frac{p}{\rho/2 + \rho/4 c^2}} \quad \text{avec } c = \text{vitesse du son dans l'air}$$

$(331 + 0.6 \times T \text{ m/s})$

On peut remarquer à la vue de ces formules, l'incidence prise par la température de l'air sur sa densité et donc sur le résultat de la mesure de pression dynamique. En outre, l'écart de la pression atmosphérique p_a par rapport à la pression normale 1013 mbar apparaît dans le résultat. Pour corriger la vitesse, on peut utiliser le facteur suivant:

$$K = \sqrt{\frac{1013 \text{ mbar}}{P_a}} \quad K \approx 1 + (1013 - p_a) \cdot 0.0005 \text{ (en 1ère approximation)}$$

Vitesse d'air à certaines pressions dynamiques (tube de Prandtl, T = 22 °C)

Pression dynamique [Pa]	Pression dynamique [mmCE]	Vitesse d'air [m/s]
1	0.1	1.29
2	0.2	1.83
3	0.3	2.24
4	0.41	2.59
5	0.51	2.89
10	1.02	4.09
20	2.04	5.78
30	3.06	7.08
40	4.08	8.18
50	5.1	9.14
100	10.2	12.93

Facteurs de correction de la tempér. et de la pression atmosphérique:

La vitesse d'air effective est fonction de la température de l'air ainsi que de la pression barométrique. C'est pourquoi, afin que les mesures de vitesse d'air soient exactes, la valeur mesurée doit être corrigée selon la table suivante.

Température atmosphérique	940 mbar	960 mbar	980 mbar	1000 mbar	1020 mbar	1040 mbar
- 30 °C	0.942	0.932	0.922	0.913	0.904	0.895
- 20 °C	0.961	0.951	0.941	0.932	0.923	0.914
- 10 °C	0.98	0.97	0.96	0.95	0.941	0.931
0 °C	0.998	0.988	0.978	0.968	0.958	0.949
10 °C	1.016	1.005	0.995	0.985	0.975	0.966
20 °C	1.035	1.024	1.013	1.003	0.993	0.983
30 °C	1.051	1.04	1.029	1.019	1.009	0.999
40 °C	1.069	1.057	1.047	1.036	1.026	1.016
50 °C	1.085	1.074	1.063	1.052	1.042	1.031
60 °C	1.102	1.09	1.079	1.068	1.057	1.047
70 °C	1.118	1.106	1.095	1.084	1.073	1.063
80 °C	1.135	1.123	1.111	1.1	1.089	1.078
90 °C	1.151	1.139	1.127	1.116	1.105	1.094
100 °C	1.167	1.154	1.142	1.131	1.12	1.109
150 °C	1.242	1.229	1.216	1.204	1.192	1.18
200 °C	1.314	1.3	1.287	1.274	1.261	1.249
250 °C	1.381	1.367	1.353	1.339	1.326	1.313
300 °C	1.446	1.431	1.416	1.402	1.388	1.375
400 °C	1.567	1.55	1.534	1.519	1.504	1.489
500 °C	1.68	1.663	1.646	1.629	1.613	1.597
600 °C	1.784	1.766	1.748	1.73	1.713	1.696
700 °C	1.884	1.865	1.846	1.827	1.809	1.791

Exemple:

Vitesse d'air 50 m/s, température de l'air 80 °C, pression atmosphérique 960 mbar. La valeur mesurée doit être multipliée par le facteur de correction 1.123. La vitesse d'air vaut donc 56.1 m/s.

Connecteur de mesure de pression ALMEMO®

Pour les mesures d'écoulement, la gamme des capteurs ALMEMO® offre des connecteurs de pression enfichable et en accessoires, de robustes tubes de Prandtl (de Pitot) en version inoxydable ou en laiton nickelé. Ils se raccordent au connecteur de mesure de pression par tubes vinyl. On peut également utiliser des sondes cylindriques en tenant compte du coefficient spécifique de la sonde (1.7) en programmant un facteur de $1/\sqrt{1,7} = 0.767$.

Les grandeurs Pression dynamique et Vitesse d'air sont programmées dans le connecteur ALMEMO® sur deux voies de mesure et peuvent être lues par tout appareil de mesure ALMEMO®, et affichées à la bonne échelle avec l'unité.



Connecteur de mesure type FDA602SxK

Tube de pilot FD9912

Libellé	Canal	plage de mes.	Unité	Plage	Facteur	Exp
FDA602S1K:	1ère voie:	0.5 à 40.0 m/s	ms	L840	-	-
	2ème voie:	± 1250.0 Pa	Pa	Volt	-	3
FDA602S6K:	1ère voie:	1.8 à 90.0 m/s	ms	L890	-	-
	2ème voie:	± 6800 Pa	Pa	Volt	0.4	4

Ajustage du zéro des capteurs de pression

Le zéro du capteur de pression peut se décaler du fait d'un changement de position ou de variations de température. C'est pourquoi il est de votre intérêt de compenser le point zéro avant chaque mesure. Il faut pour ce réglage débrancher les tubes de pression ou bien retirer le tube de Pitot de la gaine d'écoulement. Vous trouverez la description de celui-ci dans la notice d'utilisation de l'appareil respectif, sous Compensation de capteur-Zéro. Vous trouverez les commandes de l'interface au chap. 6.4.2.



Effectuer le zéro séparément pour chaque canal actif (m/s, Pa).

A la mise hors tension, ce réglage est perdu. C'est la raison pour laquelle il vous faut effectuer un nouveau calage avant chaque nouvelle mesure.

3

Compensation en température

Si la température de mesure s'écarte sensiblement de la température de référence 25 °C, pensez à compenser l'incidence de la température (plage -50.0 à +700.0 °C) au mieux en mesurant à l'aide d'un capteur de température NiCr-Ni. Sur les appareils ALMEMO V5 et V6, vous pouvez utiliser tout capteur de température adapté (résolution 0.1°C) en vous servant du canal de référence pour la compensation (cf. 6.3.4). Si l'environnement est relativement constant, la saisie d'un facteur de correction selon le tableau ci-dessus suffit.

Manipulation des modules de mesure de pression



Veillez au bon raccordement du tube de Pitot. Une inversion des raccords de pression engendre des mesures erronées

Attention:

Les capteurs de pression renferment des membranes de mesure très sensibles. Observez les pressions maximum admissibles, elles ne doivent pas être dépassées !



Attention lors du débranchement des tuyaux ! Ne pincez pas les tuyaux. Vous évitez ainsi des dépressions dommageables. Evitez les secousses trop fortes!

Ne laissez pas des gaz agressifs approcher la membrane des capsules métalliques, ils la détruiraient !

Caractéristiques techniques

Connecteur de mesure de pression

Surcharge admissible :	trois fois la pleine échelle maximale
Pression de ligne maximale :	700 mPa
Précision (zéro compensé) :	± 0,5 % de la pleine échelle dans la plage 0 à pleine échelle positive
Température nominale :	22°C ±2°C
Dérive en température :	<± 1.5 % de la pleine échelle
Plage de température compensée :	0 à 70 °C
Plage de fonctionnement :	-10 à +60°C, 10 à 90 % h.r. sans condensation
Dimensions:	90 x 20 x 7,6 mm,
Raccords tube:	5mm Ø, longueur 12 mm
Matériau du capteur:	aluminium,nylon,silicone/gel silicone, laiton

Tubes de Pitot

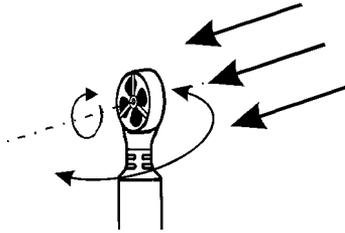
Référence	Ø tête	Ø corps	Longueur	Emploi jusqu'à
FD 9912-33MS	3 mm	6 mm	300 mm	150 °C
FD 9912-33VA	3 mm	6 mm	300 mm	300 °C
FD 9912-54MS	5 mm	8 mm	400 mm	350 °C
FD 9912-54VA	5 mm	8 mm	400 mm	500 °C
FD 9912-56MS	5 mm	8 mm	600 mm	350 °C
FD 9912-56VA	5 mm	8 mm	600 mm	500 °C
FD 9912-84MS	8 mm	8 mm	400 mm	350 °C
FD 9912-84VA	8 mm	8 mm	400 mm	500 °C
FD 9912-88MS	8 mm	8 mm	800 mm	350 °C
FD 9912-88MS	8 mm	8 mm	800 mm	600 °C
FD 9912-97VA	10 mm	10 mm	1000 mm	350 °C
FD 9912-97VA	10 mm	10 mm	1000 mm	600 °C
FD 9912-98MS	10 mm	20 mm	1500 mm	350 °C
FD 9912-98VA	10 mm	20 mm	1500 mm	600 °C
FD 9912-99MS	20 mm	20 mm	2000 mm	350 °C
FD 9912-99VA	20 mm	20 mm	2000 mm	600 °C

MS = Laiton nickelé, VA = Acier Chrome-Nickel

3.5.4 Anémomètres à hélice

Pour les mesures d'écoulement, il existe dans la gamme des capteurs ALMEMO® les anémomètres à hélice FV A915-Sxxx à tête encliquetable interchangeable ou FV A915-MA1 à tête de mesure fixe. Ils sont particulièrement adaptés à l'utilisation rude des techniques de climatisation. La vitesse d'air peut être lue par tout appareil de mesure ALMEMO®, mise à la bonne échelle et affichée avec l'unité.

Principe de mesure



La vitesse d'écoulement est déterminée par mesure de fréquence. Le fluide qui s'écoule met en mouvement l'hélice. L'acquisition des rotations de l'hélice s'effectue par comptage inductif d'impulsions à l'aide d'un microcontrôleur placé dans le connecteur ALMEMO®, puis elle est affichée sous forme de vitesse.

3

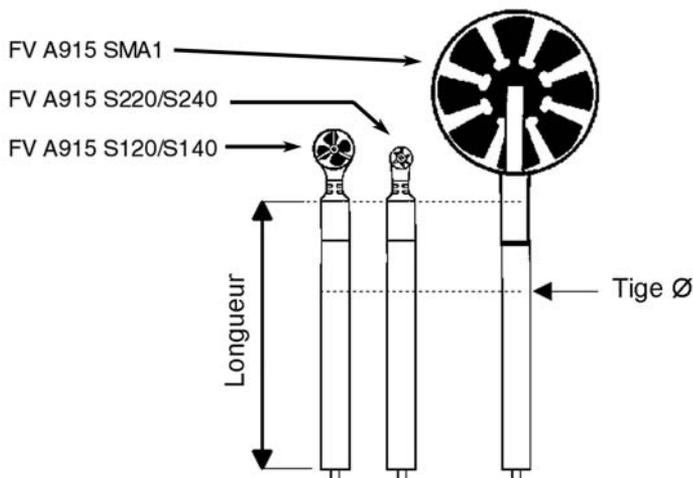
Mesure

Afin d'obtenir des valeurs de mesure correctes avec une sonde anémométrique à hélice, l'axe de l'hélice doit être parallèle à la direction de l'écoulement. Si l'on tourne légèrement la sonde dans le courant d'air, la valeur affichée sur l'appareil change. La sonde est positionnée exactement dans le courant d'air lorsque la valeur affichée est la plus grande. Lors des mesures d'écoulement par anémomètre à hélice, on arrive souvent aux situations de mesure suivantes pour lesquelles le profil d'écoulement est très inhomogène:

- Mesures sur des sorties d'air:
Pour obtenir des mesures correctes, il faut ici mesurer à quelque distance de la grille avec de grands anémomètres à hélice pour lesquels les valeurs mesurées sont intégrées puis moyennées avec la plus grande tête de mesure. Si l'on utilise de plus petites hélices, il faut faire la moyenne sur des valeurs individuelles ou sur une certaine durée.
- Mesures sur des prises d'air:
Afin d'obtenir des conditions d'écoulement définies dans une section fixe, on positionnera l'hélice dans un cône de mesure.

Construction

Nos anémomètres à hélice sont des capteurs très sensibles à roulements au diamant, ajustés avec une faible tolérance. On obtient ainsi une grande précision. Les anémomètres à hélice aluminium sont placés dans des têtes de mesure en plastique (polysulfon) moulées pour les écoulements. Les axes sont insérés en standard dans des manchons en bronze-béryllium protégés et imbibés d'huile et posés dans des pointes en acier spécial de cémentation. Les capteurs sont de ce fait particulièrement adaptés à l'emploi rude des techniques de climatisation. Les anémomètres à hélice sont en partie équipés de têtes de mesure à encliqueter, ce qui les rend simple d'entretien.



Plage de mesure	Ø tête	Ouverture	Ø corps	Longueur	Référence
de 0.3 à 20 m/s	22 mm	à partir de 35 mm	15 mm	175 mm	FV A915 S120
de 0.4 à 40 m/s	22 mm	à partir de 35 mm	15 mm	175 mm	FV A915 S140
de 0.5 à 20 m/s	11 mm	à partir de 15 mm	15 mm	165 mm	FV A915 S220
de 0.6 à 40 m/s	11 mm	à partir de 15 mm	15 mm	165 mm	FV A915 S240
de 0.2 à 20 m/s	80 mm	à partir de 108 mm	15 mm	235 mm	FV A915 SMA1

Caractéristiques techniques:

Précision:	FV A915 S120 -S140:	±0.5% de pl. éch. ±1.5% de mes.
	FV A915 S220 -S240:	±1 % de pl. éch. ±3 % de mes.
	FV A915 SMA1:	±0.5% de pl. éch. ±1.5% de mes.
Résolution max.:	0.01 m/s	
Température nominale:	22°C ±2K	
Plage d'utilisation:	-20 à +140°C	

3.5.5 Mesure de débit volumique

Pour déterminer le débit volumique DV dans les gaines de ventilation, on multiplie la vitesse d'écoulement moyenne par la section S:

$$DV = v_M \cdot S \cdot 0.36$$

DV = Débit volumique en m³/h,
 S = Section en cm²,
 v_M = Vitesse d'écoulement moyenne en m/s

Mesure de débit d'air avec cône optionnel

Pour mesurer le débit d'air sur les sorties de ventilation (p. ex. volets d'air) jusqu'à 200 mm de diamètre, il est possible de monter sur l'anémomètre à hélice Macro FVA915-MA1 le cône ZV9915-LM disponible dans les accessoires. En mettant à l'échelle la vitesse d'air avec le facteur 1.3762, exposant +1 et l'unité mh, on obtient le débit d'air en m³/h. Le résultat tient déjà compte d'un facteur de correction de l'écoulement forcé de l'hélice. La grandeur Débit volumique peut également être programmée comme 2ème canal.

3

Voie	Fonction	Plage mes.	Unité	Plage	Facteur	Exp
1er canal:	Vitesse d'air	0.2 à 20.00 m/s	mS	L420	-	-
2ème canal:	Débit volumique	1.0 à 275.0 m ³ /h	mh	L420	1.3762	+1

Mesure de débit volumique à l'aide d'une sonde au point médian

Pour mesurer approximativement le débit volumique, il suffit de placer une sonde d'écoulement au point médian de la gaine. La vitesse moyenne d'écoulement vaut env. 0.8 v (cf. ci-dessous Mesures en réseau, méthode du point médian). En mettant la vitesse à l'échelle avec le facteur (0.8 S 0.36), on peut afficher le débit volumique momentané en continu en m³/h. Outre le facteur, il faut éventuellement programmer en plus l'exposant et l'unité.

Détermination du débit à partir de la moyenne et de la section

Afin d'obtenir des valeurs de mesure les plus précises possibles, il faut intégrer ou moyenner la vitesse d'écoulement sur toute la surface. Sur les appareils portables 2390-5 2690-8 et 2890-9 ainsi que le système 5690-2M il est possible de saisir directement par les touches la surface de la section avec la fonction SC comme surface F jusqu'à 32000 cm² max. ou avec la fonction DN par le diamètre jusqu'à 2000 mm max. On peut ensuite lire le Débit volumique DV dans un canal de fonction 'Flow' comme le produit Moyenne Surface directement en m³/h (cf. Notice de l'appareil au chapitre 'Mesure de débit volumique').

Les canaux de fonction 'Flow' et 'n(t)' permettent en outre d'éditer et de mémoriser le débit volumique et le nombre de mesures (cf. 6.3.3).

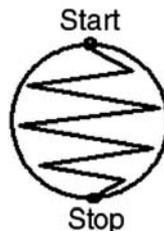
Détermination de la vitesse moyenne d'écoulement

Le paramètre le plus important de la mesure de débit est la vitesse moyenne d'écoulement v_M . La vitesse étant dans chaque gaine la plus élevée au centre et sensiblement inférieure sur les parois, il faut la moyenner sur la section à l'aide de l'une des méthodes suivantes.

Calcul de moyenne temporelle:

Pour les mesures de débit d'air sur des grilles de ventilation, vous pouvez déterminer la vitesse d'écoulement moyenne par un calcul de moyenne sur le temps:

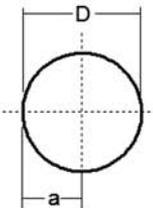
1. Réglez le mode moyenne pour le calcul de valeur moyenne sur le temps.
2. placez l'anémomètre à hélice à une extrémité et lancez le calcul de moyenne.
3. Parcourez régulièrement toute la section.
4. Lorsque vous avez atteint l'autre extrémité, arrêtez à nouveau le calcul de moyenne.



Mesures en réseau:

Pour les mesures d'écoulement dans le cadre de mesure de réception conformément aux directives VDI/VDE 2640, on détermine la vitesse moyenne d'écoulement dans un maillage de points de mesure individuels dans la section droite par rapport à l'axe de la conduite. Pour ces mesures de réseau, servez-vous du calcul de moyenne sur des mesures individuelles (cf. Notice de l'appareil). Vous trouverez un aperçu des différentes méthodes en page suivante. Avec un tube de Pitot ou un anémomètre Micro, lequel a le moins d'incidence possible sur l'écoulement, vous pouvez obtenir des résultats de mesure très justes. Vous devez corriger la moyenne des mesures individuelles v_M à l'aide du facteur de correction k , en fonction de la méthode de mesure: $v = k \cdot v_M$.

I. Méthode du point médian

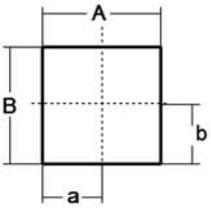


$D = 100 \%$
 $a = 50 \%$

$D < 250\text{mm}$

$k = 0,8$

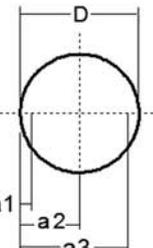
II. Méthode du point médian



$A = 100 \%$
 $B = 100 \%$
 $a = 50 \%$
 $b = 50 \%$
 $A \text{ u. } B < 250\text{mm}$
 $A / B < 2$

$k = 0,8$

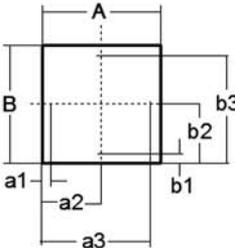
III. Méthode des 5 points



$D = 100 \%$
 $a1 = 10 \%$
 $a2 = 50 \%$
 $a3 = 90 \%$
 $D = 150..400\text{mm}$

$k = 1,0$

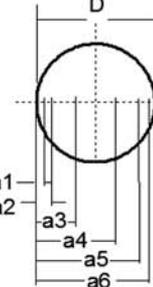
IV. Méthode des 5 points



$A = 100 \%$
 $B = 100 \%$
 $a1, b1 = 10 \%$
 $a2, b2 = 50 \%$
 $a3, b3 = 90 \%$
 $A, B = 150..500\text{mm}$
 $A / B < 2$

$k = 0,96$

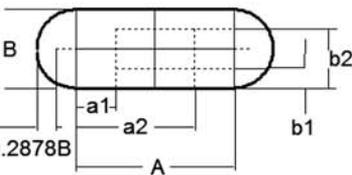
V. Méthode des 12 points



$D = 100 \%$
 $a1 = 3.2 \%$
 $a2 = 13.5 \%$
 $a3 = 32.1 \%$
 $a4 = 67.9 \%$
 $a5 = 86.5 \%$
 $a6 = 96.8 \%$
 $D > 250\text{mm}$

$k = 1,0$

VII. Méthode de mesure de surface



$0.2878B$

Deux points de mesure dans les demi-cercles
 Surface comme VI.

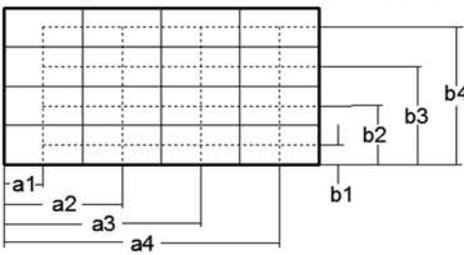
$A \text{ et } B > 50\text{mm}$ **$k = 0,96$**

VI. Méthode de mesure de surface

Nombre de points de mesure

A B mm	< 200	200.. 500	500.. 800	> 1000
< 200	2x2	2x3	2x4	2x5
200.. 500	3x2	3x3	3x4	3x5
500.. 800	4x2	4x3	4x4	4x5
> 1000	5x2	5x3	5x4	5x5

La surface est divisée en parties égales, dont chacun des points médian est un point de mesure.

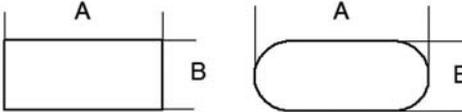


$A \text{ et } B > 100 \text{ mm}$ **$k = 0,96$**

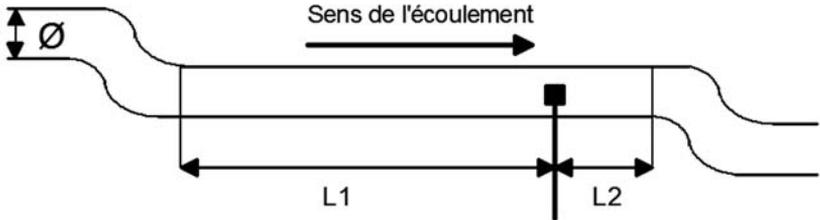
Procédure:

Si vous effectuez les mesures selon les directives VDI/VDE 2640, veuillez observer les remarques suivantes:

- Selon la construction du système de ventilation, des turbulences se produisent dès les faibles vitesses d'écoulement.
- Effectuez les mesures dans une partie stabilisée du système de ventilation, dans laquelle se produit le moins de turbulences possibles.
- Sélectionnez le point de mesure de sorte que les plus grandes distances de sécurité possibles existent en amont et en aval du point de mesure. On appelle la distance de sécurité N le chemin entre un point possible de turbulence et le point de mesure. Les turbulences apparaissent p. ex. après les ventilateurs, les coudes, les réductions, clapets de régulation, redresseurs, groupes de chauffe ou filtres etc...
- Vous pouvez calculer au moyen des formules suivantes, les distances de sécurité N pour sélectionner le point de mesure. L est ici la portion droite sans obstacle d'une gaine de ventilation.

Type de la gaine	facteur de sécurité N	portion droite libre
	$N = \frac{L}{D}$	L1=6 D L2=2 D
	$N = \frac{2 L}{A+B}$	L1=3 (A+B) L2=A+B

- Choisissez la distance de sécurité $N_1=L_1/D$ avant le point de mesure de sorte à être supérieur ou égal à 6 et la distance de sécurité $N_2=L_2/D$ après le point de mesure de sorte à être supérieur ou égal à 2.



- Si vous ne disposez pour la mesure que de courtes portions droites dans un système de conduites, vous pouvez en choisissant un plus grand nombre de points de mesure pour calculer la moyenne, choisir une distance de sécurité N plus courte. $N_1=L_1/D$ doit cependant valoir au moins 2.5.