



Fisher
Bioblock Scientific

Parc d'innovation - BP 50111 - F67403 illkirch cedex

France

tél 03 88 67 14 14
fax 03 88 67 11 68
email infos@bioblock.fr
www.bioblock.com

Belgique / België

tél 056 260 260
fax 056 260 270
email belgium@bioblock.com
www.be.fishersci.com

Fiche technique N° TD9411M Version B

Date de parution : 22 Février 1996

MANUEL D'INSTRUCTIONS

POUR GFM 17, GFM 37 et GFM 47

DEBITMETRES MASSIQUES

TABLE DES MATIERES

(a)	DEBALLAGE DU DEBITMETRE MASSIQUE GFM	3
	a.1 Vérifier l’emballage pour les dommages extérieurs	3
	a.2 Déballer le débitmètre massique	3
	a.3 Retour de la marchandise pour réparation	3
(b)	INSTALLATION	3
	b.1 Connexions primaires aux gaz	3
	b.2 Connexions électriques	4
(c)	PRINCIPE DE FONCTIONNEMENT	5
	c.1 Conformité CE	6
(d)	CARACTERISTIQUES	6
(e)	MODE D’EMPLOI	9
(f)	ENTRETIEN	10
	f.1 Introduction	10
	f.2 Nettoyage de la conduite d’écoulement	11
	f.3 Filtre d’entrée	11
	f.4 Élément de Séparation de Flux (ESF)	11
(g)	PROCEDURES DE CALIBRAGE	11
	g.1 Calibrage du débit	11
	g.2 Calibrage sur site lorsque la gamme de débit est constante	12
	g.3 Réglage de l’affichage LCD	13
	g.4 Calibrage pour une gamme de débit et/ou un gaz différents	14
(h)	DETECTION DES PANNES	15
	h.1 Généralités	15
	h.2 Guide des pannes	15
	h.3 Assistance technique	16
(i)	CONVERSIONS DE CALIBRAGE POUR LES GAZ DE REFERENCE	17
 ANNEXE 1 DIAGRAMMES DES COMPOSANTS		 18
ANNEXE 2 TABLEAU DES FACTEURS DE GAZ (FACTEURS "K")		19
ANNEXE 3 DESSINS DIMENSIONNELS		23
ANNEXE 4 GARANTIE		25

(a) DEBALLAGE DU DEBITMETRE MASSIQUE GFM

a.1 Vérifier l'emballage pour les dommages extérieurs

Le débitmètre massique GFM a été soigneusement emballé dans une boîte en carton robuste, avec des matériaux amortisseurs antistatiques pour résister aux chocs pendant le transport.

Vérifier l'emballage dès réception pour d'éventuels dommages extérieurs. En cas de dommage extérieur sur l'emballage, contacter immédiatement l'entreprise de transport.

a.2 Déballer le débitmètre massique

Ouvrir délicatement le carton par le haut et rechercher tout signe de dommage caché dû au transport. Après avoir contacté le transporteur, envoyer une copie de tout rapport de dommage au distributeur ou directement à l'entreprise.

Pendant le déballage de l'appareil, vérifier la présence de toutes les pièces mentionnées sur le bordereau d'envoi. Signaler rapidement tout manque.

a.3 Retour de la marchandise pour réparation

Contactez le service clients du distributeur, ou de l'entreprise si le débitmètre massique a été fourni directement, et demandez un Numéro d'Autorisation de Retour (**NAR**). Un appareil retourné sans Numéro d'Autorisation de Retour ne sera pas accepté. L'entreprise se réserve le droit de facturer au client le retour de débitmètres massiques sous garantie, si ces appareils s'avèrent exempts de défauts garantis.

Les frais d'expédition sont à la charge du client. Les appareils de mesure dont les frais d'expédition ne sont pas payés ne seront pas acceptés !

Il est obligatoire que les appareils de mesure retournés pour réparation soient neutralisés et purgés de tout contenu dangereux, y compris les substances toxiques, bactériologiquement infectieuses, corrosives ou radioactives. **Aucun travail ne sera effectué sur un appareil de mesure avant que le client n'ait fourni un CERTIFICAT DE SECURITE signé et validé.** Demander un formulaire au service après-vente.

(b) INSTALLATION

b.1 Connexions primaires au gaz

Le débitmètre massique GFM ne fonctionne pas avec les liquides. Seuls les gaz propres peuvent être introduits dans le débitmètre massique. Si les gaz sont contaminés, il faut les filtrer pour éviter l'introduction d'obstacles dans le détecteur.

Avant de connecter les tuyaux de gaz, inspecter toutes les pièces du système de tuyauterie, y compris les ferrules et les viroles pour éviter la poussière ou d'autres contaminants.

Observer le sens du flux de gaz comme indiqué par la flèche sur le devant de l'appareil de mesure lors du branchement du gaz à mesurer.

Insérer les tubes dans les raccords par compression jusqu'à ce que le bout du tube de taille adéquate s'ajuste contre les épaulements des raccords.

Les raccords Swagelok® doivent être serrés suivant les instructions du fabricant à un tour et quart.

Eviter de serrer trop fort pour ne pas endommager sérieusement les Eléments de Séparation de Flux (ESF) !

Les capteurs GFM sont livrés avec les raccords par compression d'entrée et de sortie standards 1/4 de pouce (GFM17 et GFM37), ou 3/8 de pouce (GFM47), ou optionnels 1/8 de pouce ou 3/8 de pouce; ceux-ci ne doivent pas être retirés tant que l'appareil de mesure n'est pas nettoyé ou calibré pour une nouvelle gamme de débit.

b.2 Connexions électriques

Les débitmètres massiques demandent une alimentation électrique de (+) 12 Vcc capable de fournir un courant minimum de 200 mA. L'entrée du courant de fonctionnement se fait via une douille jack pour courant continu **ou** un connecteur à 9 broches sur le côté du boîtier.

BROCHE	FONCTION
1	Affichage LCD amovible (auxiliaire)
2	Indication de sortie 0 à 5 Vcc
3	Ligne commune 0 à 5 Vcc
4	Alimentation, positif
5	Alimentation, ligne commune
6	Alimentation de l'affichage + 5,1 Vcc
7	Alimentation de l'affichage - 5,1 Vcc
8	Indication de sortie 4 à 20 mA
9	Ligne commune 4 à 20 mA

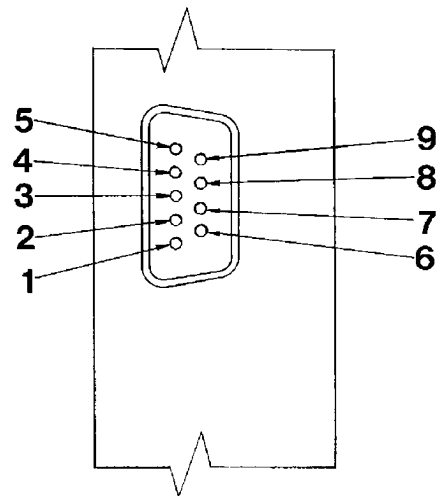


Figure a-1 : Localisation des numéros de broches du connecteur "D".

Remarque importante :

- (1) Généralement, les schémas de numérotation des bords de carte et des connecteurs "D" sont standardisés. Il existe cependant certains connecteurs avec des schémas non conformes, et la séquence de numérotation du connecteur de raccordement peut ou

peut ne pas coïncider avec la séquence de numérotation décrite sur notre tableau de configuration de broches ci-dessus. Il est **impératif** de faire correspondre les câbles appropriés en accord avec la séquence correcte, sans tenir compte des numéros particuliers affichés sur le connecteur de raccordement.

- (2) S'assurer que le courant est COUPE (OFF) lors de la connexion ou de la déconnexion des câbles du système.
- (3) Lors de la connexion de l'alimentation du débitmètre massique GFM via le connecteur à 9 broches "D", ne pas connecter de source de courant à la douille jack pour courant continu.
- (4) La douille jack pour courant continu possède une polarité centrale positive.
- (5) La longueur du câble ne doit pas dépasser 2,5 mètres (8 pieds).

Affichages LCD amovibles

Les débitmètres massiques GFM sont disponibles avec des affichages LCD amovibles optionnels fournis avec un câble d'un mètre (trois pieds) de long pour s'adapter à de nombreuses applications. Cette configuration comprend l'élément du bloc supérieur qui sert de montage de l'affichage LCD. Des longueurs spéciales de câble de rallonge pour l'affichage amovible (jusqu'à 2,5 mètres [8 pieds]) avec des fiches mâles/femelles sont disponibles sur demande.

Affichage en montage sur panneau

Une autre option du débitmètre massique GFM est l'affichage amovible en montage sur panneau. Dans cette configuration, l'affichage LCD est livré avec un câble de rallonge de un mètre (trois pieds) de long. L'affichage LCD pour montage sur panneau comprend un biseau avec deux vis plastiques qui s'adapte facilement dans une découpe rectangulaire pour le montage en panneau (voir figure a-2).

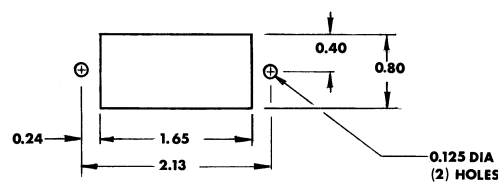


Figure a-2 : Dimensions de la découpe pour le montage en panneau LCD.

(c) PRINCIPE DE FONCTIONNEMENT

Le courant de gaz entrant dans le débitmètre massique est divisé en déviant une petite portion du flux à travers un tube capillaire en acier inox. Le reste du gaz passe à travers la conduite primaire. La géométrie de la conduite primaire et celle du tube du détecteur sont conçues pour assurer un flux laminaire dans chaque branche. Suivant les principes de la dynamique des fluides, les débits d'un gaz dans les deux conduites à flux laminaire sont proportionnels entre eux. Ainsi les débits mesurés dans le tube du détecteur sont directement proportionnels au débit total à travers le capteur.

Pour détecter le flux dans le tube du détecteur, un flux de chaleur est introduit en deux sections du tube du détecteur au moyen de bobines de détection et de chauffage de précision. La chaleur est transférée à travers la paroi mince du tube du détecteur vers le gaz s'écoulant à l'intérieur. Lorsqu'un flux de gaz arrive, la chaleur est transportée par le courant gazeux de la bobine en amont vers les enroulements en aval. Le différentiel de résistance dépendant de la température qui en résulte est détecté et compensé par le circuit de contrôle électronique. L'énergie nécessaire pour restaurer l'équilibre de résistance à l'enroulement est linéairement proportionnel au débit instantané du flux passant.

Un signal de sortie qui est fonction de la quantité de chaleur transportée par les gaz est généré, et indique les débits basés sur la masse moléculaire.

c.1 Conformité CE

Tout modèle GFM portant un marquage CE est en conformité avec les standards établis généralement acceptés ci-dessous.

Conformité EMC avec 89/336/EEC modifié comme suit :

Standard d'émission : EN 55011, Résidentiel, Commercial, et Industrie Légère

Standard d'immunité : EN 55082-1, Résidentiel, Commercial, et Industrie Légère

(d) CARACTERISTIQUES

Milieu du flux : Remarquer que les débitmètres massiques GFM sont conçus pour fonctionner avec des **gaz** propres **uniquement**. Ne jamais essayer de mesurer de liquide avec un GFM.

Si nécessaire, il est conseillé de filtrer les gaz en amont du débitmètre massique pour éviter à tout obstacle d'entrer dans le tube du détecteur ou dans d'autres passages.

Les débitmètres massiques **GFM** sont disponibles en modèles de base **non-corrosifs ou en fabrication en acier inox 316** pour les gaz les plus agressifs. L'entreprise ne garantit ni implicitement ni explicitement la résistance à la corrosion des débitmètres massiques relative à différents milieux du flux réagissant avec les composants de l'appareil de mesure. Il est sous la responsabilité du client de choisir le modèle approprié à

un gaz particulier en se basant sur les matériaux en contact avec les fluides dans les différents modèles.

- Précision :** $\pm 1,5\%$ de la pleine échelle, y compris la linéarité pour les températures de gaz de 15°C à 25°C (59°F à 77°F) et pour les pressions de 0,35 à 4,1 bars (5 à 60 psi); optionnel $\pm 1\%$ de la pleine échelle "précision d'étalonnage certifiée" associée à un réglage donné de valeurs de température et de pression. $\pm 3\%$ de la pleine échelle, y compris la linéarité pour les températures de gaz de 0°C à 50°C (32°F à 122°F) et pour les pressions de 0,07 à 34 bars (1 à 500 psi).
- Reproductibilité :** $\pm 0,5\%$ de la pleine échelle.
- Coefficient de température :** 0,15% de la pleine échelle/ $^{\circ}\text{C}$.
- Coefficient de pression :** 0,01% de la pleine échelle /psi (0,07 bar).
- Constante de temps :** 800 ms.
- Temps de réponse :** Généralement 2 secondes dans les limites de $\pm 2\%$ de l'affichage du débit réel pour 25% à 100% de la pleine échelle de débit.
- Pression de gaz :** 34,5 bars (500 psig) maximum; 1,4 bar (20 psig) optimum.
- Températures du gaz et ambiante :** 0 à 50°C (32 à 122°F).
- Taux de fuite :** 1×10^{-7} ml/s He max vers l'environnement extérieur.
- Matériaux en contact avec le fluide :** **GFM17/GFM37/GFM47**
aluminium anodisé, laiton, acier inox 316; joints toriques Viton[®] en standard, joints toriques Buna-N[®] ou Kalrez[®] en option.
- GFM17S/GFM37S/GFM47S**
acier inox 316; joints toriques Viton[®] en standard, joints toriques Buna-N[®] ou Kalrez[®] en option.
- Lectures :** Les lectures sont en unités techniques pour un gaz donné (par exemple litres/min, ml/min, scfh, etc...). Des étalonnages de 0 à 100% sont disponibles en option. Si ce n'est pas spécifié autrement, les étalonnages d' N_2 en lecture directe sont donnés en unités technique.
- Alimentation électrique :** + 12 Vcc, 200 mA minimum; protégé par fusible et polarité.
+ 24 Vcc optionnel.

Connexions d'entrée et de sortie : Raccords par compression 1/4 de pouce (GFM17 et GFM37) ou 3/8 de pouce (GFM47); raccords par compression VCR[®] ou 1/8 de pouce, 3/8 de pouce en option.

Signaux de sortie : 0-5 Vcc linéaire (1000 Ω impédance de charge minimum) et 4-20 mA (50-250 Ω résistance de boucle).

Affichage : LCD numérique 31/2, caractères de 1,25 cm (0,5 pouce).
L'affichage LCD est incorporé dans l'élément du bloc supérieur qui peut pivoter sur 90 degrés pour un confort de vue optimal.
L'affichage amovible ou en montage sur panneau est optionnel.

*Viton, Buna-N, Kalrez - Marques Déposées de E.I. duPont de Nemours & Co.
VCR et Swagelok - Marques Déposées de Crawford Fitting Co.*

GAMMES DE DEBIT

Tableau I Débitmètre massique de faibles débits GFM 17 *

code	ml/min [N ₂]	code	l/min [N ₂]
01	0 à 10	07	0 à 1
02	0 à 20	08	0 à 2
03	0 à 50	09	0 à 5
04	0 à 100	10	0 à 10
05	0 à 200	11	0 à 15
06	0 à 500		

Tableau II Débitmètre massique de débits moyens GFM 37 *

code	l/min [N ₂]
30	20
31	30
32	40
33	50

Tableau III Débitmètre massique de forts débits GFM 47 *

code	l/min [N ₂]
40	60
41	80
42	100

* Les débits sont fixés pour l'azote aux conditions Standards de Température et de Pression (c'est-à-dire 21,1°C/70°F à 1 atm). Pour d'autres gaz, utiliser le facteur K comme multiplicateur à l'ANNEXE 2.

Tableau IV Chutes de pression

modèle	débit [l/mn]	Chute de pression maximum [cm H ₂ O]
GFM17	jusqu'à 10	2,5
GFM17	15	6,25
GFM37	20	30
GFM37	30	80
GFM37	40	148
GFM37	50	220
GFM47	100	550

Tableau V Poids approximatifs

modèle	poids	poids d'expédition
GFM17	0,86 kg	1,32 kg
	1,9 lbs	2,9 lbs
GFM17S	1 kg	1,47 kg
	2,25 lbs	3,25 lbs
GFM37, GFM47	0,91 kg	1,36 kg
	2 lbs	3 lbs
GFM37S, GFM47S	1,13 kg	1,59 kg
	2,5 lbs	3,5 lbs

(e) MODE D'EMPLOI

- e.1** Une fois le débitmètre massique installé sur la tuyauterie de gaz, mettre l'appareil sous tension en branchant l'alimentation électrique dans la douille jack à courant continu (ou au connecteur "D" à 9 broches) sur le côté de l'appareil de mesure. Pour l'utilisation d'une alimentation électrique personnelle, s'assurer qu'elle est entre + 12 et + 15 Vcc à environ 200 mA de capacité de courant minimum. Ne pas appliquer de

courant continu à la douille jack et au connecteur "D" en même temps, car cela endommagera l'appareil de mesure.

- e.2** Le débitmètre massique doit être préchauffé pendant un minimum de 15 minutes.
- e.3** Envoyer un flux de gaz contrôlé après le préchauffage. Les lectures sur l'affichage LCD 31/2 cm sont données directement en unités techniques (standard), ou en pourcentage de la pleine échelle (optionnel).
- e.4** Des sorties analogiques de 0 à 5 Vcc et 4 à 20 mA sont obtenues aux broches appropriées du connecteur "D" situé sur le côté de l'appareil de mesure (voir figure a-1 pour l'emplacement des broches du connecteur).

La sortie de l'appareil de mesure est linéairement proportionnelle au débit de masse moléculaire du gaz à mesurer. La gamme de pleine échelle et le gaz pour lequel l'appareil de mesure a été calibré sont indiqués sur l'étiquette frontale de l'appareil de mesure.

Pour les interfaces optionnelles RS232 ou IEEE488, contacter le distributeur ou l'entreprise.

- e.5** La sensibilité à l'orientation du débitmètre massique est de $\pm 15^\circ$. Ceci signifie que l'écoulement du flux de gaz dans le GFM doit être à l'horizontale dans ces limites fixées. Si une orientation différente de l'appareil de mesure est nécessaire, il faut réétalonner.
- e.6** Si un flux de plus de 10% supérieur au débit maximum du débitmètre massique se produit, une condition connue sous le nom de "submersion" peut se produire. Les lectures d'un appareil de mesure "submergé" ne sont pas considérées comme précises ou linéaires. Le flux doit être ramené à moins de 110% de la gamme de mesure maximum. Une fois que les débits sont redescendus jusqu'à la gamme de calibrage, la condition de "submersion" s'arrêtera.

(f) ENTRETIEN

f.1 Introduction

Il est très important que le débitmètre massique soit utilisé uniquement avec des gaz propres et filtrés. Les liquides ne doivent pas être mesurés. Le détecteur RTD consistant en une tubulure capillaire en acier inox, il est extrêmement sensible aux occlusions provoquées par des obstacles ou des cristallisations de gaz. Les autres passages de gaz peuvent également être facilement bouchés. De ce fait, il faut faire très attention à ne pas introduire d'obstacle potentiel au flux. Pour protéger l'appareil, un filtre de 50 microns est inséré dans le raccord par compression d'entrée. Le filtre et le passage du gaz peuvent demander un nettoyage de temps en temps comme décrit ci-dessous. Il n'y a pas d'autre entretien conseillé. Il est préférable, cependant, de maintenir l'appareil de mesure éloigné des vibrations, d'un

environnement chaud ou corrosif, et de fréquences radio ou d'interférences magnétiques excessives.

Vérifier l'étalonnage du débitmètre massique ou le réétalonner au moins une fois tous les six mois, ou lorsque l'utilisateur final le demande. Les étalonnages doivent être effectués par un personnel et des appareils de mesure qualifiés, comme décrit au chapitre (g). Il est conseillé de renvoyer les appareils à l'entreprise pour les étalonnages, ou si un nettoyage ou une réparation sont nécessaires.

ATTENTION : POUR PROTEGER LE PERSONNEL DU SERVICE APRES-VENTE, IL EST OBLIGATOIRE QUE LES APPAREILS RETOURNES POUR REPARATION SOIENT NEUTRALISES ET PURGES DE TOUT CONTENU TOXIQUE, BACTERIOLOGIQUEMENT INFECTIEUX, CORROSIF OU RADIOACTIF.

f.2 Nettoyage de la conduite d'écoulement

Tous les nettoyages des conduites d'écoulement peuvent être effectués en y injectant de l'alcool, ou tout autre produit nettoyant inoffensif pour les parties en contact avec du liquide.

Ne pas tenter de démonter le détecteur. Si le blocage du tube du détecteur n'est pas éliminé par l'injection de fluides nettoyants, retourner l'appareil de mesure à l'entreprise pour réparation.

f.3 Filtre d'entrée

Dévisser le raccord par compression à l'entrée de l'appareil de mesure. Noter que l'Elément de Séparation de Flux est connecté au raccord d'entrée. Démonter avec précaution l'ESF de la connexion d'entrée. Le filtre sera alors visible. Pousser le filtre hors du raccord d'entrée, le nettoyer ou le remplacer, et le réinstaller avec précaution pour éviter de tordre ou de déformer l'ESF.

f.4 Elément de Séparation de Flux (ESF)

L'Elément de Séparation de Flux (ESF) est un séparateur de flux de précision qui détourne une quantité prééglée du flux vers le tube du détecteur. L'ESF particulier utilisé dans un débitmètre massique donné dépend du gaz et de la gamme de débit de l'appareil, et est identifié par le numéro inscrit dessus.

Pour nettoyer ou remplacer l'ESF, démonter comme décrit en (f.3).

(g) PROCEDURES DE CALIBRAGE

g.1 Calibrage du débit

Il est d'usage courant de calibrer les débitmètres massiques avec de l'azote gazeux et sec à 21,1°C (70°F) à 1,4 bar (20 psig) en corrigeant pour le gaz approprié en se basant sur les tableaux de facteur de correction [K] et de gaz montrés dans l'annexe 2.

Des calibrages spécifiques de gaz non toxiques et non corrosifs sont disponibles à des conditions spécifiques. Contacter le distributeur ou l'entreprise pour un devis.

Il est obligatoire d'utiliser un calibre de flux d'au moins deux fois la précision du débitmètre massique à calibrer. Le laboratoire de calibrage de flux d'appareils Aalborg offre un calibrage professionnel des débitmètres massiques, à l'aide de calibreurs de précision dans des conditions strictement contrôlées. Des calibrages traçables NIST sont disponibles. Les calibrages peuvent également être effectués sur site par le client à l'aide de débitmètres massiques Aalborg ou provenant d'autres fabricants, ou à l'aide de standards disponibles présentant la précision nécessaire.

g.2 Calibrage sur site lorsque la gamme de débit est constante

Remarque : tous les réglages dans ce chapitre sont effectués sur l'extérieur de l'appareil de mesure; il n'est pas nécessaire de démonter des pièces de l'appareil.

Si nécessaire, les débitmètres massiques GFM peuvent être recalibrés sur site pour les mêmes gammes. L'équipement nécessaire comprend un standard de calibrage de $\pm 0,5\%$ de précision, un multimètre certifié de grande précision, un tournevis isolant (plastique), une aiguille de mesure ou une autre vanne à pointe de mesure installée en amont du débitmètre massique, et une source d'azote gazeux sec et filtré.

Les réglages du ZERO et de l'INTERVALLE DE MESURE (SPAN) sont effectués à l'aide du tournevis isolant (plastique) à travers la fenêtre d'accès appropriée sur le côté du transmetteur de débit massique.

PROCEDURE

g.2.1 Préchauffage initial

Mettre le débitmètre massique sous tension en branchant l'alimentation électrique sur la douille jack pour courant continu (ou sur le commutateur "D" à 9 broches) sur le côté du GFM à calibrer au moins 15 minutes avant de commencer le calibrage.

g.2.2 Réglage du ZERO

Couper entièrement le flux de gaz dans le débitmètre massique. Pour s'assurer qu'aucune déperdition ou fuite n'apparaisse dans l'appareil de mesure, il est conseillé de déconnecter temporairement la source de gaz.

Vérifier avec le multimètre les broches de sortie [2] et [3] pour 0-5 Vcc, ou aux broches [8] et [9] pour (+) 4-20 mA du connecteur "D" à 9 broches. A travers la fenêtre d'accès ZERO (la plus basse), ajuster à l'aide du tournevis isolant le potentiomètre d'appoint [R7] pour la lecture de flux zéro à 0 Vcc ou 4 mA respectivement.

g.2.3 Réglage de SPAN (intervalle de mesure)

Rebrancher la source de gaz. Ajuster le débit stable sur la pleine échelle à l'aide de la vanne de mesure en amont du débitmètre massique testé. Vérifier le débit indiqué avec le calibre. Au débit de pleine échelle, le calibre doit indiquer 5 Vcc (ou 20 mA si un signal de courant est utilisé). Si le GFM est équipé d'un affichage LCD, vérifier que l'affichage indique également le débit de pleine échelle. S'il tombe à $\pm 10\%$ de la lecture de pleine échelle, ajuster le potentiomètre de SPAN [R27] sur le réglage exact à l'aide du tournevis isolant à travers la fenêtre d'accès de SPAN (la plus haute). Si la déviation est supérieure à $\pm 10\%$ de la pleine échelle de lecture, une condition anormale est présente.

(Répéter les étapes (g.2.2) et (g.2.3) au moins deux fois.)

Les raisons probables d'un signal de mauvais fonctionnement peuvent être :

- Tube du détecteur bouché ou contaminé.
- Fuite dans le capteur GFM ou dans les tubulures et raccords en amont.
- Pour des gaz autres que l'azote, revérifier le facteur "K".
- Erreurs de correction de la température et/ou de la pression.

Voir également au chapitre (g) **RECHERCHE DES PANNES**.

Si un mauvais fonctionnement persiste après avoir tenté de remédier aux défauts ci-dessus, renvoyer l'appareil de mesure à l'usine, voir paragraphe (a.3) à la page 3.

g.2.4 Vérification de la sortie linéaire

Vérifier les signaux de sortie à 20%, 40%, 60% et 80% du débit maximum. Les lectures de signaux de tension doivent être de 1,00 Vcc, 2,00 Vcc, 3,00 Vcc et 4,00 Vcc respectivement, dans les limites de la précision spécifiée de ± 75 mV (les lectures de signal de courant doivent être de 7,2 mA, 10,4 mA, 13,6 mA et 16,8 mA respectivement, dans les limites de précision de $\pm 0,3$ mA).

Si une des lectures de tension tombe en-dehors de la tolérance de $\pm 1,5\%$ de la pleine échelle, retirer le couvercle plastique noir rectangulaire à l'arrière de l'appareil de mesure pour accéder aux cinq potentiomètres linéarisés et disjoncteurs.

En faisant face à l'arrière de l'appareil de mesure, les potentiomètres linéarisés et les disjoncteurs sont dans l'ordre de gauche à droite de 20%, 40%, 60%, 80% et 100% de réglage.

Ajuster le débit à 20% du débit maximum. Linéariser la lecture de la tension en ajustant le potentiomètre 20%, jusqu'à ce qu'une lecture de $1,00 \pm 0,075$ Vcc soit indiquée (ou $7,2 \pm 0,3$ mA).

Procéder de même pour 40%, 60% et 80% du débit maximum en ajustant chacun des potentiomètres un après l'autre de la gauche vers la droite.

Remarque : dans chaque cas, si le réglage est hors de la gamme, le disjoncteur doit être repositionné des deux (2) broches du haut vers les deux (2) broches les plus basses ou vice-versa. Après chaque réglage, attendre environ 30 secondes avant de passer à l'étape suivante.

Lorsque la linéarisation est terminée, revérifier le ZERO comme en (g.2.2).

g.3 Réglages de l'affichage LCD

g.3.1 Etalonnage de l'affichage sur l'Affichage Numérique (AN)

Après avoir obtenu la linéarité aux étapes précédentes, régler le débit sur 100% de la pleine échelle. Faire sortir avec précaution le bouchon rond noir (à côté de la marque "L" à l'arrière du GFM) hors de son logement pour exposer le potentiomètre [R22] pour le réglage du LCD. Régler le [R22] à l'aide du tournevis isolant à travers la fenêtre d'accès pour que l'AN affiche la valeur directe maximum suivant la gamme de débit désirée (par exemple : l'AN affiche 500 pour une gamme de débit de 0 à 500 ml/mn, etc...) ou affiche 100,0 si la lecture en pourcentage est désirée.

g.3.2 Réglage du LCD

Pour régler l'affichage LCD sur une nouvelle gamme, utiliser la fenêtre d'accès marquée "L" à l'arrière de l'appareil de mesure. Régler le débit de gaz correspondant à 100% à 5,0 Vcc (ou 20 mA), et à l'aide du tournevis isolant, régler la gamme de lecture de l'unité technique désirée.

g.3.3 Changement de la virgule décimale du LCD

Pour changer la place de la virgule décimale de l'affichage LCD accompagnant le changement de gamme désirée, régler l'INTERRUPTEUR A POSITIONS MULTIPLES sur le côté droit du module LCD.

Remarque : ceci ne modifie pas la précision de la lecture. Le déplacement de la virgule décimale sur l'affichage LCD est purement esthétique et a pour but d'obtenir l'unité technique désirée uniquement.

g.4 Calibrage pour une gamme de débit et/ou un gaz différents

L'équipement nécessaire comprend un standard de calibrage de $\pm 0,5\%$ de précision, un multimètre certifié de grande précision, un tournevis isolant (plastique), une aiguille de mesure ou une autre vanne à pointe de mesure installée en amont du débitmètre massique,

et une source d'azote gazeux sec et filtré. Selon la nouvelle gamme de débit, un Elément de Séparation de Flux (ESF) différent peut également être nécessaire.

g.4.1 Débit d'azote équivalent

Déterminer le débit d'azote équivalent (**paragraphe i**). Les conditions de gaz standards (STP) sont 21,1°C (70°F) et 760 mm de mercure (1 atmosphère). Utiliser le facteur K approprié dans le tableau se trouvant dans l'ANNEXE 2. Utiliser les débits équivalents pour la procédure de calibrage ci-dessous.

g.4.2 Installation du nouvel élément de séparation de flux

Installer l'Elément de Séparation de Flux adéquat dans le débitmètre massique GFM pour la gamme de débit désirée. Recalibrer comme décrit aux paragraphes (**g.2**) et (**g.3**).

(h) RECHERCHE DES PANNES

h.1 Généralités

Ce débitmètre massique a été minutieusement vérifié avec de nombreux points de contrôle de qualité pendant et après les étapes de fabrication et de montage. Il a été calibré en accord avec les conditions de débit et de pression désirées par le client pour un gaz ou un mélange de gaz donné.

Il a été soigneusement emballé pour éviter tout dommage pendant le transport. Si l'appareil semble ne pas fonctionner correctement, vérifier d'abord les conditions courantes suivantes :

Les câbles sont-ils tous connectés correctement ?

L'alimentation électrique est-elle correctement sélectionnée en fonction des besoins ? L'alimentation électrique doit être de + 12 Vcc, 200 mA par appareil de mesure. Utiliser un PS110 pour une tension de secteur de 110 Vca, ou un PS220 pour une tension de secteur de 220 Vca (lorsque plusieurs appareils de mesure sont utilisés, une alimentation électrique avec un rendement en courant approprié doit être sélectionnée).

Les câbles connectés au connecteur "D" à 9 broches du débitmètre massique doivent être correctement câblés pour les configurations de broche correctes (voir figure **a-1**).

h.2 Guide des pannes

Indication	Raison probable	Remède
Pas de lecture ou de sortie	Alimentation électrique coupée	Vérifier la connexion de l'alimentation électrique.
	Fusible fondu du fait d'une tension incorrecte	Déconnecter l'alimentation électrique. Ouvrir la fenêtre d'accès rectangulaire

	noire à l'arrière de l'appareil de mesure, vérifier les fusibles et les changer si nécessaire (pièce n°: FUSESMTO.4).
Problème d'alimentation électrique	Vérifier la sortie correcte de l'alimentation électrique.
Tube du détecteur bouché	Injecter un nettoyant ou démonter pour retirer les obstacles, ou retourner à l'usine pour remplacement.
Filtre obstrué à l'entrée	Injecter un nettoyant ou démonter pour retirer les obstacles, ou remplacer.
Carte de circuit imprimé défectueuse	Retourner à l'usine pour remplacement.

Indication	Raison probable	Remède
Lecture du zéro instable ou absente	Fuite de gaz	Localiser et corriger.
	Carte de circuit imprimé défectueuse	Retourner à l'usine pour remplacement.
Sortie en pleine échelle en condition "sans flux" ou avec la vanne fermée	Détecteur défectueux	Retourner à l'usine pour remplacement.
	Fuite de gaz	Localiser et corriger.
Calibrage coupé	Le gaz mesuré n'est pas le même que celui pour lequel l'appareil de mesure est calibré.	Utiliser le calibrage correspondant.
	La composition du gaz a changé.	Voir les tableaux de facteurs "K" à l'ANNEXE 2.
	Fuite de gaz	Localiser et corriger.
	Carte de circuit imprimé défectueuse	Retourner à l'usine pour remplacement.
	ESF encrassé	Injecter un nettoyant ou démonter pour retirer les obstacles.
	Filtre obstrué à l'entrée	Injecter un nettoyant ou démonter pour retirer les obstacles, ou remplacer.

Pour obtenir de meilleurs résultats, il est conseillé de retourner les appareils de mesure à l'usine pour la maintenance.

h.3. Assistance technique

Aalborg Instruments fournit une assistance technique téléphonique à un personnel de réparation qualifié. Appeler notre assistance technique au 914-357-1007. Se munir du numéro de série et du numéro du modèle lors de l'appel.

(i) CONVERSIONS DE CALIBRAGE POUR LES GAZ DE REFERENCE

La conversion de calibrage incorpore le facteur K. Le facteur K est dérivé de la densité de gaz et du coefficient de chaleur spécifique. Pour les gaz diatomiques :

$$K_{gaz} = \frac{1}{d \times C_p}$$

où d = densité du gaz (gramme/litre)
 C_p = coefficient de chaleur spécifique (calorie/gramme)

Remarquer dans l'équation ci-dessus que d et C_p sont habituellement choisis aux conditions standards de une atmosphère et 25°C.

Si la gamme de débit d'un débitmètre ou contrôleur de débit massique demeure constante, un facteur K relatif est utilisé pour établir un rapport entre le calibrage du gaz réel et celui du gaz de référence.

$$K = \frac{Q_a}{Q_r} = \frac{K_a}{K_r}$$

où Q_a = débit massique d'un gaz réel (ml/mn)
 Q_r = débit massique d'un gaz de référence (ml/mn)
 K_a = facteur K d'un gaz réel
 K_r = facteur K d'un gaz de référence

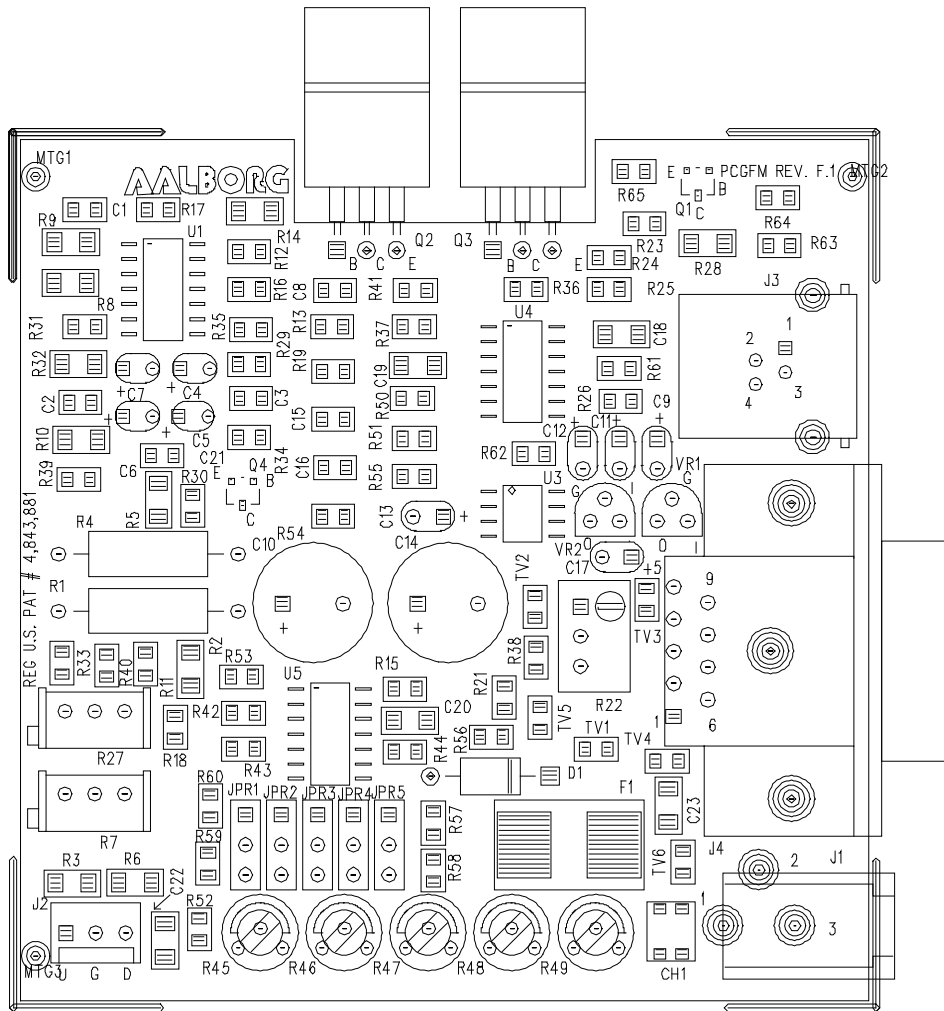
Par exemple, pour connaître le débit de l'oxygène et pour calibrer avec de l'azote à 1000 ML/MN, le débit d'oxygène est :

$$Q_{O_2} = Q_a = Q_r \times K = 1000 \times 0,9926 = 992,6 \text{ sccm}$$

où K = facteur K relatif par rapport au gaz de référence (oxygène par rapport à l'azote)
sccm = ml/mn

ANNEXE 1

DIAGRAMMES DES COMPOSANTS



ANNEXE 2

TABLEAU DES FACTEUR DE GAZ (FACTEURS "K")

Gaz réel	Facteur K relatif par rapport à N ₂	Cp [Cal/g] @ 0°C	Densité [g/l] d
Acétylène C ₂ H ₂	0,5829	0,4036	1,162
Air	1,0000	0,240	1,293
Allène (Propadiène) C ₃ H ₄	0,4346	0,352	1,787
Ammoniac NH ₃	0,7310	0,492	0,760
Argon Ar	1,4573	0,1244	1,782
Arsine AsH ₃	0,6735	0,1167	3,478
Trichlorure de bore BCl ₃	0,4089	0,1279	5,227
Trifluorure de bore BF ₃	0,5082	0,778	3,025
Brome Br ₂	0,8083	0,0539	7,130
Tribromure de bore BBr ₃	0,38	0,0647	11,18
Pentafluorure de brome BrF ₅	0,2889	0,1369	7,803
Trifluorure de brome BrF ₃	0,3855	0,1161	6,108
Bromotrifluorométhane (Fréon-13 B1) CBrF ₃	0,3697	0,1113	6,664
1,3-Butadiène C ₄ H ₆	0,3224	0,3514	2,413
Butane C ₄ H ₁₀	0,2631	0,4007	2,593
1-Butène C ₄ H ₈	0,2994	0,3648	2,503
2-Butène C ₄ H ₈ CIS	0,325	0,336	2,503
2-Butène C ₄ H ₈ TRANS	0,292	0,374	2,503
Dioxyde de carbone CO ₂	0,7382	0,2016	1,964
Disulfure de carbone CS ₂	0,6026	0,1428	3,397
Monoxyde de carbone CO	1,00	0,2488	1,250
Tétrachlorure de carbone CCl ₄	0,31	0,1655	6,860
Tétrafluorure de carbone (Fréon-14) CF ₄	0,42	0,11654	3,926
Fluorure de carbonyle COF ₂	0,5428	0,1710	2,945
Sulfure de carbonyle COS	0,6606	0,1651	2,680
Chlore Cl ₂	0,86	0,114	3,163
Trifluorure de chlore ClF ₃	0,4016	0,1650	4,125
Chlorodifluorométhane (Fréon-22) CHClF ₂	0,4589	0,1544	3,858
Chloroforme CHCl ₃	0,3912	0,1309	5,326
Chloropentafluoroéthane (Fréon-115) C ₂ ClF ₅	0,2418	0,164	6,892
Chlorotrifluorométhane (Fréon-13) CClF ₃	0,3834	0,153	4,660

Cyanogène C ₂ N ₂	0,61	0,2613	2,322
---	------	--------	-------

Gaz réel	Facteur K relatif par rapport à N ₂	Cp [Cal/g] @ 0°C	Densité [g/l] d
Chlorure de cyanogène ClCN	0,6130	0,1739	2,742
Cyclopropane C ₃ H ₅	0,4584	0,3177	1,877
Deutérium D ₂	1,00	1,722	1,799
Diborane B ₂ H ₆	0,4357	0,508	1,235
Dibromodifluorométhane CBr ₂ F ₂	0,1947	0,15	9,362
Dichlorodifluorométhane (Fréon-12) CCl ₂ F ₂	0,3538	0,1432	5,395
Dichlorofluorométhane (Fréon-21) CHCl ₂ F	0,4252	0,140	4,592
Dichlorométhylsilane (CH ₃) ₂ SiCl ₂	0,2522	0,1882	5,758
Dichlorosilane SiH ₂ Cl ₂	0,4044	0,150	4,506
Dichlorotétrafluoroéthane (Fréon-114) C ₂ Cl ₂ F ₄	0,2235	0,1604	7,626
1,1-difluoroéthylène (Fréon-1132A) C ₂ H ₂ F ₂	0,4271	0,224	2,857
Diméthylamine (CH ₃) ₂ NH	0,3714	0,366	2,011
Diméthyléther (CH ₃) ₂ O	0,3896	0,3414	2,055
2,2-diméthylpropane C ₃ H ₁₂	0,2170	0,3914	3,219
Ethane C ₂ H ₆	0,60	0,5328	0,715
Ethanol C ₂ H ₆ O	0,3918	0,3395	2,055
Ethyl acétylène C ₄ H ₆	0,3225	0,3513	2,413
Chlorure d'éthyle C ₂ H ₅ Cl	0,3891	0,244	2,879
Ethylène C ₂ H ₄	0,60	0,1365	1,251
Oxyde d'éthylène C ₂ H ₄ O	0,5191	0,268	1,965
Fluor F ₂	0,9784	0,1873	1,695
Fluoroforme (Fréon-23) CHF ₃	0,4967	0,176	3,127
Fréon-11 CCl ₃ F	0,3287	0,1357	6,129
Fréon-12 CCl ₂ F ₂	0,3538	0,1432	5,395
Fréon-13 CClF ₃	0,3834	0,153	4,660
Fréon-13 B1 CBrF ₃	0,3697	0,1113	6,644
Fréon-14 CF ₄	0,4210	0,1654	3,926
Fréon-21 CHCl ₂ F	0,4252	0,140	4,592
Fréon-22 CHClF ₂	0,4589	0,1544	3,858
Fréon-113 CCl ₂ FCClF ₂	0,2031	0,161	8,360
Fréon-114 C ₂ Cl ₂ F ₄	0,2240	0,160	7,626
Fréon-115 C ₂ ClF ₅	0,2418	0,164	6,892
Fréon-C318 C ₄ F ₆	0,1760	0,185	8,397

Hydruure de germanium GeH ₄	0,5696	0,1404	3,418
--	--------	--------	-------

Gaz réel	Facteur K relatif par rapport à N ₂	Cp [Cal/g] @ 0°C	Densité [g/l] d
Tétrachlorure de germanium GeCl ₄	0,2668	0,1071	9,565
Hélium He	1,455	1,241	0,11786
Hexafluoroéthane (Fréon-116) C ₂ F ₆	0,2421	0,1834	6,157
Hexane C ₆ H ₁₄	0,1792	0,3968	3,845
Hydrogène H ₂	1,0106	3,419	0,0899
Acide bromhydrique gazeux HBr	1,00	0,0861	3,610
Acide chlorhydrique gazeux HCl	1,00	0,1912	1,627
Acide cyanhydrique gazeux HCN	0,7643	0,3171	1,206
Acide fluorhydrique gazeux HF	0,9998	0,3479	0,893
Acide iodhydrique gazeux HI	0,9987	0,0545	5,707
Hydruure de sélénium H ₂ Se	0,7893	0,1025	3,613
Sulfure d'hydrogène H ₂ S	0,823	0,2397	1,520
Pentafluorure d'iode IF ₅	0,2492	0,1108	9,90
Isobutane CH(CH ₃) ₃	0,27	0,3872	3,593
Isobutène C ₄ H ₆	0,2951	0,3701	2,503
Krypton Kr	1,457	0,0593	3,739
Méthane CH ₄	0,7175	0,5328	0,715
Méthanol CH ₄ O	0,5843	0,3274	1,429
Méthyl acétylène C ₃ H ₄	0,4313	0,3547	1,787
Bromure de méthyle CH ₃ Br	0,5835	0,1106	4,236
Chlorure de méthyle CH ₃ Cl	0,6299	0,1926	2,253
Fluorure de méthyle CH ₃ F	0,68	0,3221	1,518
Méthyl mercaptan CH ₃ SH	0,5180	0,2459	2,146
Méthyl trichlorosilane (CH ₃)SiCl ₃	0,2499	0,164	6,669
Hexafluorure de molybdène MoF ₆	0,2126	0,1373	9,366
Monoéthylamine C ₂ H ₅ NH ₂	0,3512	0,387	2,011
Monométhylamine CH ₃ NH ₂	0,51	0,434	1,386
Néon Ne	1,46	0,246	0,900
Monoxyde d'azote NO	0,9965	0,2328	1,339
Azote N ₂	1,00	0,2485	1,25
Dioxyde d'azote NO ₂	0,737	0,1933	2,052
Trifluorure d'azote NF ₃	0,4802	0,1797	3,168

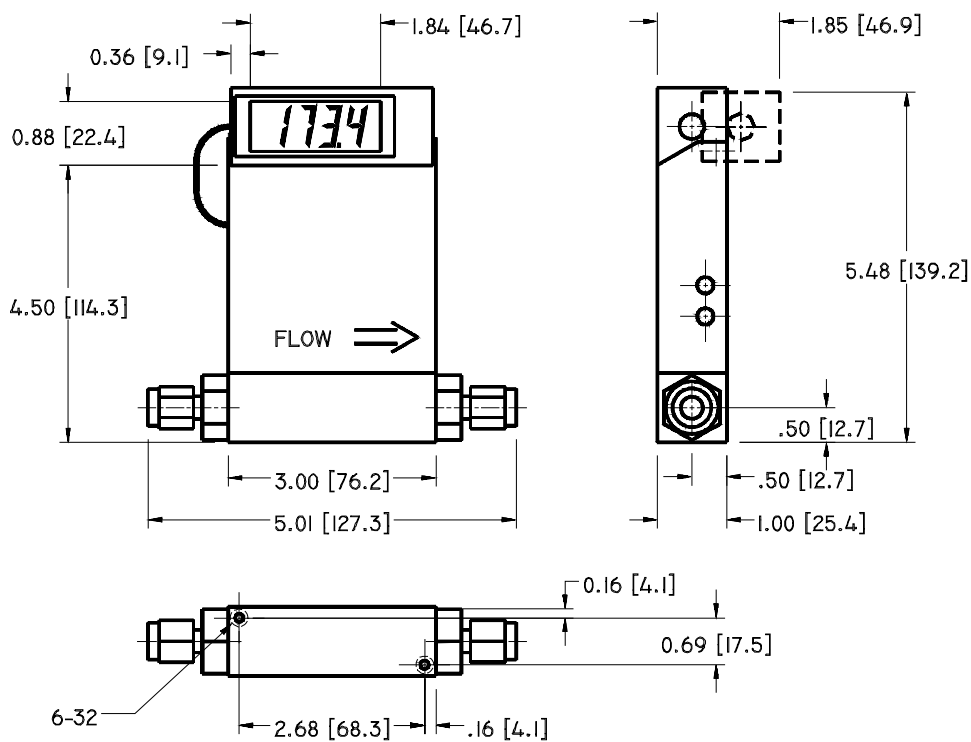
Chlorure de nitrosyle NOCl	0,6134	0,1632	2,920
Protoxyde d'azote N ₂ O	0,7128	0,2088	1,964
Octafluorocyclobutane (Fréon-C318) C ₄ F ₆	0,176	0,185	8,397

Gaz réel	Facteur K relatif par rapport à N ₂	Cp [Cal/g] @ 0°C	Densité [g/l] d
Oxygène O ₂	0,9926	0,2193	1,427
Difluorure d'oxygène OF ₂	0,6337	0,1917	2,406
Pentaborane B ₅ H ₉	0,2554	0,38	2,816
Pentane C ₅ H ₁₂	0,2134	0,398	3,219
Fluorure de perchlore CIO ₃ F	0,3950	0,1514	4,571
Perfluoropropane C ₃ F ₈	0,174	0,197	8,388
Phosgène COCl ₂	0,4438	0,1394	4,418
Phosphine PH ₃	0,7590	0,2374	1,517
Oxychlorure de phosphore POCl ₃	0,36	0,1324	6,843
Pentafluorure de phosphore PH ₅	0,3021	0,1610	5,620
Trichlorure de phosphore PCl ₃	0,3	0,1250	6,127
Propane C ₃ H ₈	0,3987	0,3658	1,874
Propylène C ₃ H ₆	0,4113	0,3541	1,877
Silane SiH ₄	0,5982	0,3189	1,433
Tétrachlorure de silicium SiCl ₄	0,284	0,1270	7,580
Tétrafluorure de silicium SiF ₄	0,3482	0,1691	4,643
Anhydride sulfureux SO ₂	0,7448	0,1444	2,717
Hexafluorure de soufre SF ₆	0,2635	0,1592	6,516
Fluorure de sulfuryle SO ₂ F ₂	0,3883	0,1543	4,562
Tétrafluorohydrazine N ₂ F ₄	0,3237	0,182	4,64
Trichlorofluorométhane (Fréon-11) CCl ₃ F	0,3287	0,1357	6,129
Trichlorosilane SiHCl ₃	0,3278	0,1380	6,043
1,1,2-trichloro-1,2,2 trifluoroéthane (Fréon-113) CCl ₂ FCClF ₂	0,2031	0,161	8,36
Triisobutyl d'aluminium (C ₄ H ₉)Al	0,0608	0,508	8,848
Tétrachlorure de titane TiCl ₄	0,2691	0,120	8,465
Trichloroéthylène C ₂ HCl ₃	0,32	0,163	5,95
Triméthylamine (CH ₃) ₃ N	0,2792	0,3710	2,639
Hexafluorure de tungstène WF ₆	0,2541	0,0810	13,28
Hexafluorure d'uranium UF ₆	0,1961	0,0888	15,70
Bromure de vinyle CH ₂ CHBr	0,4616	0,1241	4,772

Chlorure de vinyle CH ₂ CHCl	0,48	0,12054	2,788
Xénon Xe	1,44	0,0378	5,858

ANNEXE 3

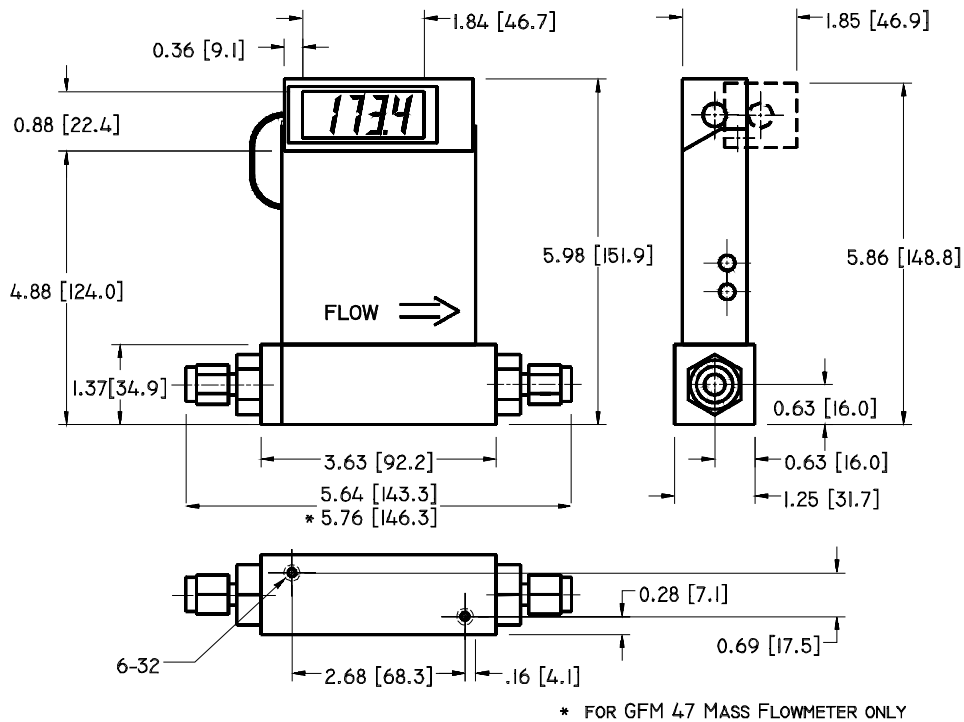
DESSINS DIMENSIONNELS



Débitmètre massique GFM 17

REMARQUES : L'entreprise se réserve le droit de changer la conception et les dimensions n'importe quand à sa seule discrétion.

Pour avoir des dimensions confirmées, contacter l'entreprise.



Débitmètre massique GFM 37/47

REMARQUES : L'entreprise se réserve le droit de changer la conception et les dimensions n'importe quand à sa seule discrétion.

Pour avoir des dimensions confirmées, contacter l'entreprise.

ANNEXE 4

GARANTIE

Les systèmes de débit massique Aalborg sont garantis pièces et main-d'oeuvre pour une période de un an à partir de la date d'achat. Les calibrages sont garantis six mois après la date d'achat, à condition que les sceaux de calibrage n'aient pas été touchés. L'équipement choisi par le client est supposé construit avec des matériaux compatibles avec les gaz utilisés. Le choix correct est sous la responsabilité du client. Il est bien compris que les gaz sous pression présentent des risques inhérents pour l'utilisateur et l'équipement, et il est considéré comme étant sous la responsabilité du client que seuls des utilisateurs possédant des connaissances de base de l'équipement et de ses limites aient la permission de contrôler et de faire fonctionner l'appareil couvert par cette garantie. Toute action contraire annulera automatiquement la responsabilité de l'entreprise et les clauses de cette garantie. Les produits défectueux seront réparés ou remplacés uniquement à la discrétion de l'entreprise sans frais. Les frais d'expédition sont à la charge du client. Cette garantie s'annule si l'équipement est endommagé accidentellement ou suite à une mauvaise utilisation, ou s'il a été réparé ou modifié par toute personne autre que les moyens de maintenance habilités de l'entreprise ou de l'usine. Cette garantie définit l'obligation d'Aalborg et aucune autre garantie exprimée ou implicite n'est reconnue.

REMARQUE : suivre les procédures de retour du paragraphe **a.3**.