

GÉNÉRALITÉS Manomètres



CITEC offre une gamme de manomètres parmi les plus étendues du marché, du mbar à 7000 bar. Les différentes séries sont conçues pour répondre aux applications industrielles générales pneumatiques ou hydrauliques, aux applications agro-alimentaires, chimiques, pétrochimiques, pharmaceutiques, énergie, traitement des eaux, environnement et génie climatique et aux applications particulières de type soudage, chauffage ou réfrigération.

Les conditions d'environnement, la nature du fluide et le type de pression déterminent la construction du manomètre. Il en résulte les principales conceptions en boîtier plastique, acier ou inox, avec mécanisme laiton ou inox.

Dans le cas de fluides visqueux, pâteux, cristallisants, toxiques ou répondant à des spécifications particulières de sécurité ou d'hygiène, CITEC propose le montage de séparateurs.

Pour les applications avec alarme ou régulation CITEC propose des manomètres équipés de contacts électriques ou avec sortie 4-20mA

Une gamme très complète d'accessoires autorise tous types d'installation, permet la protection aux surpressions, la mesure à distance ou la tenue aux hautes températures.

Pour les mesures à réaliser en volant, CITEC propose des coffrets de mesure et des instruments électroniques portables.

Le laboratoire CITEC délivre les certificats d'étalonnage ou de réétalonnage sous 48h. CITEC propose également des manomètres de vérification, des pompes de comparaisons et des calibrateurs.

Pour trouver la référence du manomètre de votre choix, sélectionner la série à l'aide du sommaire qui est conçu comme un guide de sélection et repérer la référence du manomètre qui correspond au type de montage choisi, en regard de l'étendue de mesure sélectionnée.

Pour les demandes spéciales, préciser les caractéristiques souhaitées conformément au tableau des caractéristiques techniques de la série correspondante.

1. UNITÉS DE MESURE

1.1 Pression

Selon la pression de référence, la terminologie suivante est utilisée :

- Pression absolue : mesure par rapport au vide
- Pression relative : mesure par rapport à la pression atmosphérique
- Pression différentielle : mesure de la différence entre 2 pressions

L'unité de mesure de pression dans le Système International est le Pascal (Pa).

1 Pa = 1 Newton / 1 m²

L'unité généralement utilisée est le bar ou le mbar : 1 bar = 105 Pa, 1 mbar = 100 Pa

Le PSI est également utilisé : 1 psi = 1 livre / 1 pouce²

Sortie	Pa	Bar	mbar ou hPa	Psi lbf/in ²	atm	kg/cm ²	cm CE ou g/cm ²	mmHg	inHg
Entrée	N/m ²								
1 Pascal	1	10 ⁻⁵	10 ⁻²	0,1451.10 ⁻³	0,9869.10 ⁻⁵	1,02.10 ⁻⁵	1,02.10 ⁻²	0,75.10 ⁻²	0,2953.10 ⁻³
1 bar	10 ⁵	1	1000	14,51	0,9869	1,02	1020	750	29,53
1 mbar = 1 hPa	100	10 ⁻³	1	0,01451	0,9689.10 ⁻³	1,02.10 ⁻³	1,02	0,75	0,02953
1 psi	6895	6,895.10 ⁻²	68,947	1	0,068	0,0703	70,3	51,75	2,036
1 atmosphère	1,013.10 ⁵	1,013	1013	14,7	1	1,033	1033	760	29,95
1 Kg/cm ²	0,980.10 ⁵	0,98	980	14,22	0,968	1	1000	735	28,96
1 cm CE=1 g/cm ²	98	0,980.10 ⁻³	0,98	0,01422	0,968.10 ⁻³	10 ⁻³	1	0,735	0,02896
1 mm Hg	133,3	0,1333.10 ⁻²	1,333	0,01934	1,315.10 ⁻³	1,36.10 ⁻³	1,36	1	0,03937
1 inch Hg	3386	3,386.10 ⁻²	33,86	0,491	0,03345	0,03453	34,53	25,4	1



8 Av. du Gué Langlois · 77600 Bussy-Saint-Martin
Tél. +33 (0)1 60 37 45 00 Site www.citec.fr
Mél. citec@citec.fr

GÉNÉRALITÉS
Manomètres

19-01-2023

M-806.00-FR-AA

PR

806-00/1

1.2 Température

L'unité de mesure de température dans le Système International est le Kelvin (K), défini par le point triple de l'eau pure qui est à 273,16 °K. Le point de congélation de l'eau est à 273,15 °K. 0 °K est la température la plus basse pouvant théoriquement être atteinte.

L'unité utilisée pour la mesure de température est le Celsius (°C). 0 °C est le point de congélation de l'eau pure, 100 °C le point d'ébullition.

$$t\text{ K} = t\text{ °C} + 273,15$$

Le degré Fahrenheit (°F) est utilisé dans les pays anglo-saxons. La conversion °F en °C est la suivante :

$$t\text{ °C} = 5/9 \times (t\text{ °F} - 32)$$

1.3 Humidité

L'humidité est la teneur en eau d'une matière. Comme toute autre matière, l'air ne peut absorber qu'une quantité limitée d'eau.

Cette quantité est appelée humidité de saturation. Le point de rosée est la température à laquelle la vapeur d'eau commence à se condenser.

Au-dessus du seuil de saturation, l'eau en excès retombe sous forme de fines gouttelettes ou forme de la buée.

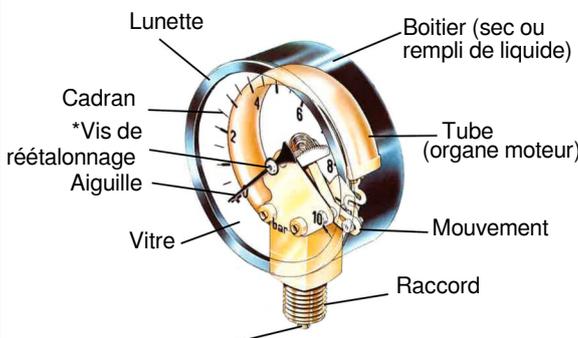
La quantité d'eau absorbée lors de la saturation varie en fonction de la température de l'air. Plus la température est élevée, plus la quantité d'eau absorbée est importante.

L'humidité absolue (en g/m³) est le nombre de grammes de vapeur d'eau contenue dans un mètre cube.

L'humidité relative en % (%HR) est le rapport entre l'humidité absolue et l'humidité de saturation.

2. MANOMETRES, SEPARATEURS, ACCESSOIRES

2.1 Principe de fonctionnement



*Vis de restriction logée à l'entrée du raccord

* : Sur certains modèles

2.1.1 Manomètres métalliques

Suivant la valeur de la pression mesurée, différents organes moteurs sont utilisés.

Tube en C, pour les moyennes pressions (600 mbar à 40 bar)

L'élément de mesure est constitué d'un tube métallique de section ovale en forme de C. Une des extrémités est fermée et libre alors que l'autre extrémité est fixe et en relation avec le fluide à mesurer.

Sous l'effet de la pression le tube s'ouvre et entraîne l'aiguille par l'intermédiaire d'un mécanisme amplificateur.

Tube hélicoïdal, pour les hautes pressions (60 bar à 7000 bar)

L'élément de mesure est constitué d'un tube métallique hélicoïdal de section circulaire. Une des extrémités est fermée et libre alors que l'autre extrémité est fixe et en relation avec le fluide à mesurer.

Sous l'effet de la pression le tube s'ouvre et entraîne l'aiguille par l'intermédiaire d'un mécanisme amplificateur.

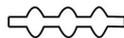
Symbole figurant sur le cadran du manomètre



Tube hélicoïdal



Tube en C



Capsule

Capsule pour les basses pressions (16 mbar à 1000 mbar)

L'élément de mesure est constitué de deux membranes ondulées soudées sur leur circonférence, formant une capsule. Sous l'effet de la pression la capsule se déforme et entraîne l'aiguille par l'intermédiaire d'un mécanisme amplificateur.

2.1.2 Manomètres à colonne de liquide

Ces manomètres sont utilisés pour les mesures de très basses pressions de gaz (0 à 6000 Pa ou 60 mbar)

La mesure est réalisée par un liquide se déplaçant dans un tube sous l'effet de la pression.

2.2 Normalisation et caractéristiques techniques

La norme relative aux manomètres est la EN 837-1-2-3.

Directive 2014/68/UE des équipements sous pression

Les manomètres sont classifiés comme «accessoires sous pression». Le volume sous pression étant inférieur à 0,1 litre, l'identification CE se fait selon le groupe de fluides 1G annexe 2, diagramme 1, à partir d'une pression de service supérieure à 200 bar.

Les manomètres sans marquage CE sont fabriqués selon l'article «bonnes pratiques d'ingénierie».

2.2.1 Etendue d'échelle, étendue de mesure

La norme utilise le terme étendue d'échelle, dénommé étendue de mesure dans le catalogue, et donne les valeurs indiquées dans les tableaux ci-après :

0...0,6 bar	0...10 bar	0...100 bar	0...600 bar	-1...0 bar	-1...9 bar
0...1 bar	0...16 bar	0...160 bar	0...1000 bar	-1...0,6 bar	-1...15 bar
0...1,6 bar	0...25 bar	0...250 bar	0...1600 bar	-1...1,5 bar	-1...15 bar
0...2,5 bar	0...40 bar	0...315 bar	0...2500 bar	-1...3 bar	
0...4 bar	0...60 bar	0...400 bar	0...3000 bar	-1...5 bar	

2.2.2 Classe d'exactitude

Le terme classe d'exactitude remplace l'ancien terme classe de précision. La classe d'exactitude correspond à l'erreur maximale tolérée, exprimée en pourcentage de l'étendue de mesure (EM).

Les classes d'exactitude des manomètres présentés dans ce catalogue sont : 0,25 ; 0,6 ; 1 ; 1,6 ; 2,5.

Exemple : Pour un manomètre avec une étendue de mesure de 0 à 10 bar et une classe d'exactitude de 1, l'erreur maximale tolérée est de $\pm 1\% \times 10$ bar soit $\pm 0,1$ bar sur toute l'étendue de mesure.

Pour les manomètres équipés d'une butée d'aiguille du zéro, la classe d'exactitude couvre de 10% à 100% de l'étendue de mesure. Pour les manomètres à zone libre du zéro, la classe d'exactitude couvre de 0 à 100% de l'étendue de mesure.

L'adjonction d'un équipement supplémentaire sur le manomètre modifie sa classe d'exactitude :

- aiguille suiveuse, séparateur : classe à augmenter de 0,5
- contacts électriques : classe à augmenter jusqu'à 1,5 en fonction de la position aiguille/contacts et du nombre de contacts.

2.2.3 Hystérésis

L'erreur d'hystérésis ne doit pas être supérieure à la valeur absolue de l'erreur maximale tolérée.

Exemple : Pour un manomètre avec une étendue de mesure de 0 à 10 bar, et une classe d'exactitude de 1, la différence entre les pressions relevées à pression croissante et décroissante ne doit pas être supérieure à $1\% \times 10$ bar soit 0,1 bar.

2.2.4 Effet de la température

Les effets de la température ne doivent pas provoquer une variation de l'indication supérieure à la valeur suivante : $\pm 0,04 \times (t_2 - t_1) \% EM$
t1= température de référence (20°C) t2= température ambiante en °C

2.2.5 Surpressions admissibles

Les manomètres doivent résister pendant une courte période aux surpressions indiquées ci-après :

	Surpression admissible
EM ≤ 100 bar	25% de EM
100 bar < EM ≤ 600 bar	15% de EM
600 bar < EM ≤ 1600 bar	10% de EM
Manomètres à capsule	10 fois l'étendue de mesure

2.2.6 Cadran, chiffraison d'échelle, graduation

Les divisions et numérotations indiquées sur le cadran du manomètre sont fonction du diamètre et de la classe d'exactitude. Cette chiffraison d'échelle, en conformité avec la norme, est donnée sur la fiche 806-95.

Exemple : Le manomètre Ø 63, 0 à 10 bar, classe 1,6 comporte des divisions de 0,5 bar et la numérotation : 0 2 4 6 10

2.3 Choix du manomètre, installation et précautions d'emploi

2.3.1 Choix du manomètre

La sélection du manomètre pour les applications générales s'effectue par les étapes suivantes :

- 1- Choix des matériaux déterminés par l'application. Boîtier plastique, acier ou inox. Organe moteur en laiton ou inox
- 2- Sec, à bain ou étanche, avec capillaire en fonction de l'environnement, vibrations, chocs, pulsations, surpressions, hautes températures
- 3- Diamètre du boîtier
- 4- Type de montage, type et position du raccord, interface de raccordement
- 5- Pression de service, température de service
- 6- Niveau de sécurité

Avant de procéder à l'installation, respecter les recommandations de la Norme EN 837-2.

Vérifier que le manomètre, conçu selon les normes EN 837-1/3, est bien adapté à l'utilisation prévue.



2.3.2 Types de montage et position du raccord

Différents types de montage sont définis par la norme, ainsi que leur codification, comme indiqué dans le tableau ci-après.

Code	Raccord vertical		Raccord central arrière			Raccord excentré arrière		
	10	11	Montage direct 20	Montage encastré 22	23	Montage direct 30	Montage encastré 32	33

2.3.3 Montage

Le manomètre doit être monté verticalement, notamment pour les manomètres basses pressions afin d'éviter des erreurs de mesure.



Raccord cylindrique

Les raccords gaz proposés dans le catalogue sont cylindriques. L'étanchéité est réalisée en plaçant un joint plat entre l'extrémité du filetage et le fond du taraudage.

Raccord conique

Les raccords NPT sont coniques. Il en est de même pour les raccords gaz coniques. L'étanchéité est réalisée métal sur métal, sans joint. Il est cependant recommandé d'utiliser une bande PTFE pour assurer une meilleure étanchéité.



Fixation

Il faut serrer le raccord avec une clef plate et ne pas bloquer le manomètre en prenant appui sur le boîtier.

2.3.4 Capsule de mise à l'air

Pour les manomètres étanches secs ou à bain de liquide, il convient d'effectuer une mise à l'air du manomètre en soulevant la capsule ou en coupant la tétine de la capsule afin d'éviter toutes erreurs de mesure.

2.3.5 Robinet d'isolement

Dans toute installation, il est souhaitable de monter un robinet en amont de l'instrument de mesure de pression afin de pouvoir isoler l'instrument du circuit et de le démonter sans interrompre le fonctionnement de l'installation.

Tous les robinets possèdent un système de purge.

2.3.6 Vibrations

Dans le cas de vibrations, il est recommandé d'utiliser un manomètre rempli d'un liquide amortisseur (en règle générale de la glycérine) afin d'augmenter la durée de vie du mécanisme.

Si les vibrations sont très importantes, il est souhaitable de déporter le montage en interposant un capillaire entre la tuyauterie et le manomètre.

Manomètre	Température	Liquide amortisseur
Manomètres standard	-20...+70 °C	Glycérine
Manomètres haute température	-20...+100 °C	Huile silicone
Manomètres à contacts électriques	-20...+70 °C	Huile silicone diélectrique

2.3.7 Pulsations

Afin de protéger le manomètre et en fonction de l'importance des pulsations, les solutions suivantes sont préconisées :

- Utilisation d'une vis de restriction à l'entrée pression. Cette vis ne doit pas être utilisée dans le cas de fluides pâteux, chargés ou colmatants.
- Utilisation d'un liquide amortisseur comme pour les vibrations.
- Utilisation d'un amortisseur de pression réglable (voir fiche 816-22).

2.3.8 Surpressions

Pour protéger le manomètre de surpressions éventuelles, il convient d'utiliser un limiteur de pression (voir fiche 816-23).

2.3.9 Hautes températures

Pour les températures supérieures aux spécifications des manomètres, il convient d'utiliser les siphons pour la vapeur et les capillaires dans les autres cas afin d'abaisser la température côté manomètre (voir 816-24, -24, -27, -28).

2.3.10 Corrosion

Le raccord et l'organe moteur doivent être compatibles avec le fluide à mesurer, le boîtier doit également satisfaire aux conditions d'environnement.

Il en résulte le choix du manomètre, boîtier plastique, acier ou inox et l'organe moteur-raccord laiton ou inox. Si le fluide n'est pas compatible, il faut utiliser un séparateur.

2.3.11 Event de sécurité

Certaines séries de manomètres sont équipées d'un événement de sécurité situé à l'arrière du boîtier.

En cas de rupture de l'organe de mesure, l'événement de sécurité s'ouvre dès que la surpression interne atteint 400 mbar et permet d'éviter toutes projections vers l'avant.

Respecter un espace minimum de 10mm entre la face arrière du boîtier et le plan immédiat qui lui succède.

2.3.12 Circuit oxygène

Pour l'utilisation sur des circuits d'oxygène, l'élément de mesure ainsi que les autres parties en contact avec le gaz doivent être exempts d'huile et de graisse.

Un dégraissage doit être effectué et le symbole ci-joint est apposé sur le cadran du manomètre.



2.3.13 Les séparateurs

Un séparateur est monté lorsque les caractéristiques mécaniques du manomètre ne sont pas compatibles avec caractéristiques du fluide à mesurer. (Plus d'informations : voir fiche 813-00).

Des impératifs de sécurité justifient également leur emploi, le séparateur jouant le rôle de barrière étanche en cas de destruction du manomètre. Plus précisément les applications sont les suivantes :

- fluides visqueux, pâteux, chargés, cristallisables, risquant d'obturer l'entrée du manomètre et/ou nécessitant des nettoyages
- fluides corrosifs non compatibles avec les matériaux du manomètre
- fluides toxiques que l'on veut éloigner ou séparer du manomètre
- application agro-alimentaires nécessitant des interfaces normalisées à membrane affleurante évitant toute fermentation et facilement nettoyables
- hautes températures ou surpressions non compatibles avec les caractéristiques techniques du manomètre

Principe de fonctionnement du séparateur

La pression appliquée sur la membrane du séparateur se transmet au manomètre par l'intermédiaire d'huile.

Un bon fonctionnement nécessite une cavité totalement absente d'air, d'où les opérations de mise au vide et de dégazage de l'huile lors de l'opération de montage.

Cela implique montage et test dans les ateliers CITEC et bien entendu un non-démontage sur site du séparateur.

2.3.14 Démontage

Lors de démontage, s'assurer que le manomètre n'est plus soumis à la pression. Par précaution, le démonter lentement.

S'assurer que la température du corps du manomètre ne présente pas de risque de brûlure

S'assurer que les résidus du produit présent dans l'organe moteur du manomètre ne sont pas dangereux pour l'opérateur et l'environnement.

2.4 Maintenance

Il est nécessaire de déposer immédiatement tout manomètre dont les indications semblent anormales, puis le tester.

Si il n'est plus conforme, celui-ci doit être remplacé par un appareil neuf.

Il convient de s'assurer de l'exactitude des manomètres par des vérifications périodiques.

Tout manomètre supposé avoir subi des conditions anormales d'utilisation (ex : incendie, mauvais fluide, chocs, etc...) ne doit plus être utilisé.

La maintenance, la vérification ou le réétalonnage doivent être effectués par un personnel habilité, utilisant un équipement approprié.

2.5 Etalonnage

Voir fiche 800-76 étalonnage dans le chapitre manomètres.