

## La mesure de pression

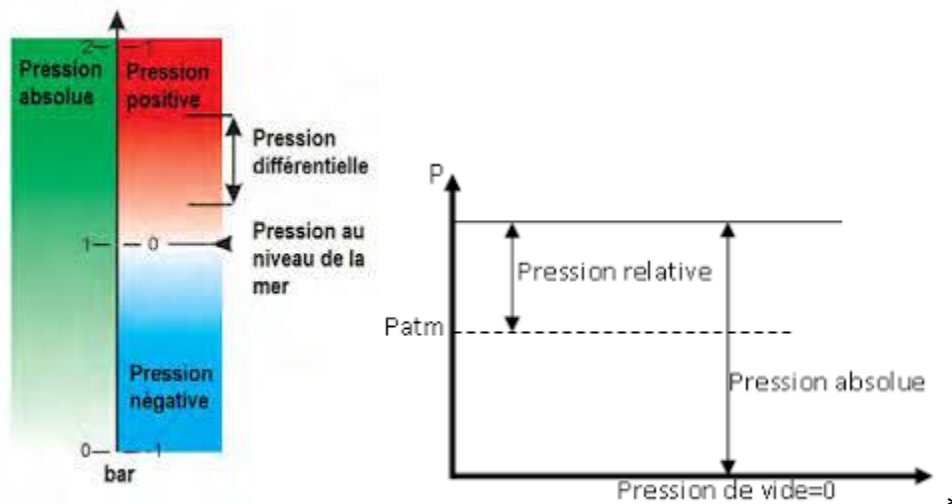
### Domaine d'application

La fonderie sous pression est un procédé de fabrication industrielle qui utilise des outillages pour produire des pièces métalliques. Lorsque celles-ci ont une forme géométrique complexe et précise, aucun autre procédé industriel ne peut atteindre le résultat que donne la fonderie sous pression par injection. Ce procédé utilise un alliage fondu ou du métal injecté dans une chambre à haute pression.

Dans ce procédé, les moules en acier réutilisables sont préchauffés et éventuellement enduits d'un agent de démoulage afin de protéger les surfaces des outillages et les lubrifier avant chaque utilisation. Les métaux en fusion sont pré-mesurés et injectés dans ces moules à très haute pression.

Ce procédé à haute pression donne aux pièces une structure de surface dense et à grain fin, avec un large éventail de propriétés physiques et mécaniques, telle la résistance à la fatigue qui est un critère important dans le choix du métal. En effet, la rupture due à la fatigue est le cas le plus fréquent dans les pièces mécaniques.

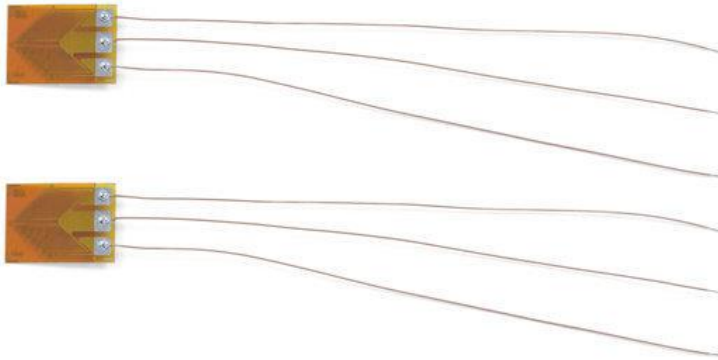
### Définition des différentes pressions



### Mesure de la force par jauge de contrainte

**Jauge de contrainte** : Permet de traduire la déformation d'une pièce en variation de résistance électrique (plus les extensomètres s'étirent, plus leurs résistances augmentent). Elles consistent en des spires rapprochées et sont généralement fabriquées à partir d'une mince feuille métallique (quelques  $\mu\text{m}$  d'épaisseur) et d'un isolant électrique, que l'on traite comme un circuit imprimé (par lithographie et par attaque à l'acide).

La technologie est basée sur l'effet piézo-résistif.



On associe en général trois jauges pour former une rosette. On a donc, au point considéré, la donnée de trois extensions  $\epsilon_1$ ,  $\epsilon_2$  et  $\epsilon_3$ , et l'on veut en déduire le tenseur des contraintes (symétrique) :

On remarque immédiatement que les trois directions de la rosette sont sur un même plan, donc que l'on ne peut avoir accès qu'aux déformations dans ce plan. Par ailleurs, la jauge étant collée sur une surface libre, les contraintes normales à cette surface sont nulles.

([https://fr.wikipedia.org/wiki/Jauge\\_de\\_déformation](https://fr.wikipedia.org/wiki/Jauge_de_déformation))

## Mesure de la force par effet capacitif

**Jauge capacitive** : Permet de détecter une variation de faibles distances. Il est très généralement réalisé avec une électrode, en forme de disque, plane entourée d'un anneau de garde isolé de l'électrode centrale. L'électrode forme avec la pièce à mesurer conductrice un condensateur plan. On le trouve également sous la forme de deux peignes imbriqués, ce qui augmente la surface capacitive lorsqu'un capteur peu épais est nécessaire.



<https://www.youtube.com/watch?v=6NE2AjTibzc>

Lorsqu'il s'agit de mesurer des pressions de l'ordre du mbar, la technologie piézorésistive n'est économiquement plus adaptée. On utilise alors la technologie capacitive qui permet de réaliser des membranes de grand diamètre à faible coût. En technologie capacitive, c'est donc une variation de capacité qui traduira la déformation de la membrane. Rosemount est le leader mondial de cette technologie avec plus de 1 millions de capteurs industriels de procédé installés.

<http://www.servinstrumentation.fr/produits/capacitif.php>

### Mesure de pression par tube de Bourdon :

Les tubes de Bourdon ou tubes manométriques sont formés de tubes cintrés de section ovale. La pression du fluide à mesurer entraîne une déformation du tube et un mouvement de l'extrémité libre du tube. Cette déformation est transmise du tube de Bourdon au mouvement par l'intermédiaire d'une bielle pour indiquer par la rotation de l'aiguille la valeur de la pression.

[https://www.wika.fr/landingpage\\_bourdon\\_tube\\_pressure\\_gauge\\_fr\\_fr.WIKA](https://www.wika.fr/landingpage_bourdon_tube_pressure_gauge_fr_fr.WIKA)

Microsoft Office Accueil x BTS-CIRA-Promotion2019-2021 x Bloc-notes de BTS-CIRA-Promotion2020-2021 x Instrumentation-ts1cira-2020-2021 x VEGA

← → C couffignal.sharepoint.com/.../layouts/15/Doc.aspx?sourcedoc=%7B888BF5A8-08F4-463F-80D2-2EB235781955%7D&file=Instrumentation-ts1cira-2020-2021-pression.docx&... ☆ ⓘ

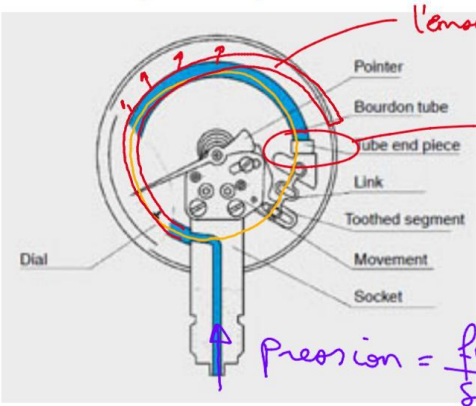
Word Instrumentation-ts1cira-2020-2021-pression R<sup>6</sup> - Enregistré v Rechercher (Alt + Q)

Fichier Accueil Insertion Mise en page Références Révision Affichage Aide Modification v Partager Commentaires

Mode Lecture Lecteur immersif Zoom 200% 100% Navigation En-tête et pied de page Notes de bas de page Notes de fin Fin de page

(<http://www.servinstrumentation.fr/produits/capacitif.php>)

### Mesure de pression par tube de Bourdon :



*l'ensemble du tube s'élargit sous la pression.*

*l'extrémité qui est fermée*

*Pression =  $\frac{\text{force}}{\text{surface}}$*

Les tubes de Bourdon ou tubes manométriques sont formés de tubes cintrés de section ovale. La pression du fluide à mesurer entraîne une déformation du tube et un mouvement de l'extrémité libre du tube. Cette déformation est transmise du tube de Bourdon au mouvement par l'intermédiaire d'une bielle pour indiquer par la rotation de l'aiguille la valeur de la pression.

Page 2 sur 17 · 2765 mots · Français (France) · Saisie semi-automatique · Activé

200% + Envoyer des commentaires à Microsoft

FR 13:54 16/02/2021

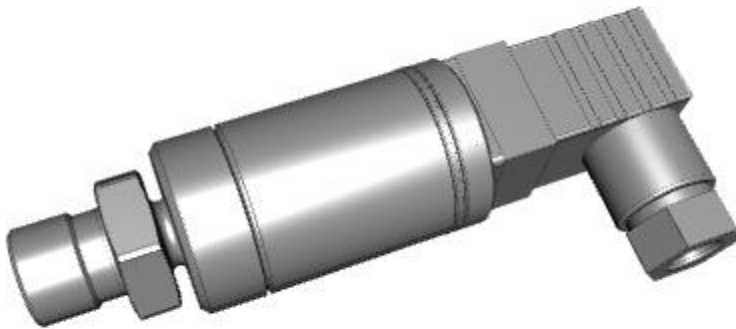
## Capteur de pression :

La mesure de la pression fait partie des tâches les plus importantes et ce dans pratiquement toutes les branches de l'industrie. Des instruments de mesure de la pression de grande qualité veillent à fournir des résultats sûrs et fiables : que ce soit une grande précision dans l'industrie de transformation, l'hygiène dans l'industrie agroalimentaire et pharmaceutique ou universelle pour la construction de machines et d'équipements. RS COMPONENTS a la solution pour chaque cas d'application.

## Capteur de pression Relative :

**Capteur de pression, Relative 1bar max, pour Air, Gaz, Liquide Hydraulique, Liquide, Eau, G1/4, 9→32 V c.c., IP65**

Vue 3d :



Vue Global du capteur :



Site constructeur :

<https://fr.rs-online.com/web/p/capteurs-de-pression/7974983/>

Doc Technique

<https://docs.rs-online.com/2349/0900766b8162acfd.pdf>

Qu'est-ce qu'un capteur de pression ?

**Définition de la pression en tant que quantité mesurée :** La pression est définie comme la force appliquée par un liquide ou un gaz sur une surface et est généralement mesurée en unités de force par unité de surface.

Les unités communes sont le Pascal (Pa), le Bar (barre), N / mm<sup>2</sup> ou psi (livres par pouce carré).

$$P=F/S$$

P : pression en  $\text{N/m}^2 = \text{Pa}$

F : force N

S : surface  $\text{m}^2$

	Pa	hPa/mbar	kPa	MPa	bar	psi	mmH <sub>2</sub> O
Pa	1	100	1.000	1.000.000	100.000	6.895	9,807
hPa/mbar	0,01	1	10	10.000	1.000	68,948	0,09807
kPa	0,001	0,1	1	1.000	100	6,895	0,009807
MPa	0,000001	0,0001	0,001	1	0,1	0,006895	0,00009807
bar	0,00001	0,001	0,01	10	1	0,0689	0,0009807
psi	0,0001451	0,0145	0,14505	145,05	14,505	1	0,001422
mmH <sub>2</sub> O	0,102	10,2	102	102.000	10.200	704,3	1

**Définition d'un capteur :** Un capteur est un appareil qui mesure une quantité physique et la traduit en un signal. La quantité en question peut être par exemple la température, la longueur, la force ou bien évidemment la pression. Le signal transmis est généralement un signal électrique mais peut être également optique.

**Définition d'un capteur de pression :** Par conséquent, un capteur de pression est un instrument composé à la fois d'un élément sensible à la pression pour déterminer la pression réelle appliquée au capteur et de certains composants pour convertir cette information en un signal de sortie.

Par conséquent, un capteur de pression est un instrument composé à la fois d'un élément sensible à la pression pour déterminer la pression réelle appliquée au capteur et de certains composants pour convertir cette information en un signal de sortie.

## Types de mesures de pression



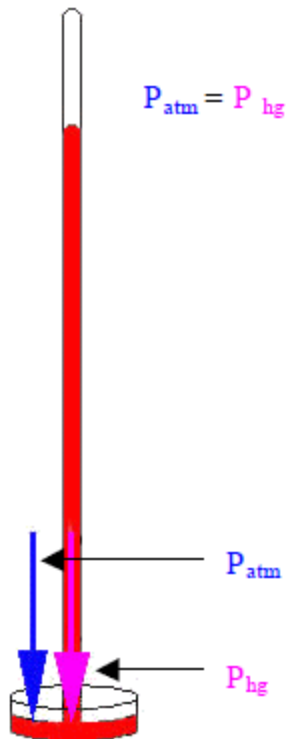
- Les capteurs de pression absolue mesurent la pression par rapport à une chambre de référence (presque vide).
- Les capteurs de pression manométrique - ou capteurs de pression relative - sont utilisés pour mesurer la pression par rapport à la pression atmosphérique actuelle.
- Les capteurs de pression manométriques étanches sont comme des capteurs de pression manométriques, mais ils mesurent la pression par rapport à une pression fixe plutôt qu'à la pression atmosphérique actuelle.
- Les capteurs de pression différentielle déterminent la différence entre deux pressions et peuvent être utilisés pour mesurer les pertes de charge, les niveaux de fluide et les débits.

### Pression absolue

C'est la pression qui permet de définir l'état thermodynamique d'un corps. Par exemple, la température d'ébullition d'un composé est fonction de la pression absolue.

Par définition le vide absolu ou total correspond à une pression nulle.

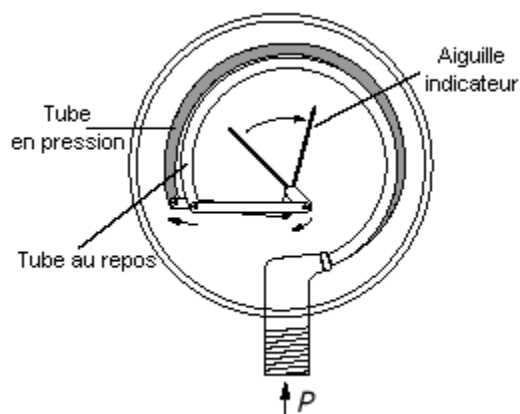
Certains appareils permettent de mesurer directement la pression absolue (baromètres pour la météorologie), mais on peut aussi mesurer une pression relative à la pression atmosphérique et ajouter la pression atmosphérique mesurée au moyen d'un équipement adapté.



### Pression relative ou effective

C'est la pression mesurée dans une enceinte par comparaison avec la pression atmosphérique.

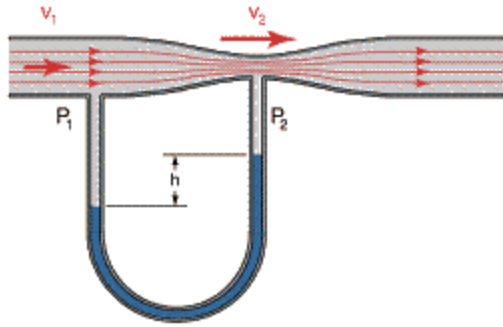
La plupart des appareils de mesure basés sur la déformation d'un tube (tube de Bourdon) ou d'une membrane mesurent en fait la différence de pression entre le procédé auquel ils sont connectés et l'atmosphère qui les environnent



### Pression différentielle

C'est la différence de pression mesurée entre deux positions. Dans les débitmètres à organe déprimogène, cette mesure est représentative du débit passant.





## Pression statique

La loi de Bernoulli relative à l'écoulement des fluides nous dit que la pression statique d'un fluide en écoulement diminue lorsque sa vitesse augmente et inversement.

La pression statique est mesurée par un équipement disposé perpendiculairement à la direction d'écoulement du fluide.

Cette valeur de pression renseigne sur l'état thermodynamique du fluide. Par exemple, à l'aspiration d'une pompe, la simple accélération du fluide peut provoquer un abaissement de pression tel que des bulles de gaz peuvent apparaître.

Equation de Bernoulli:

$$H + \frac{P}{\rho g} + \frac{v^2}{2g} = Cte$$

Avec:

$H$ : hauteur de charge (m)

$P$ : Pression (Pascal)

$\rho$ : masse volumique du fluide (kg/m<sup>3</sup>)

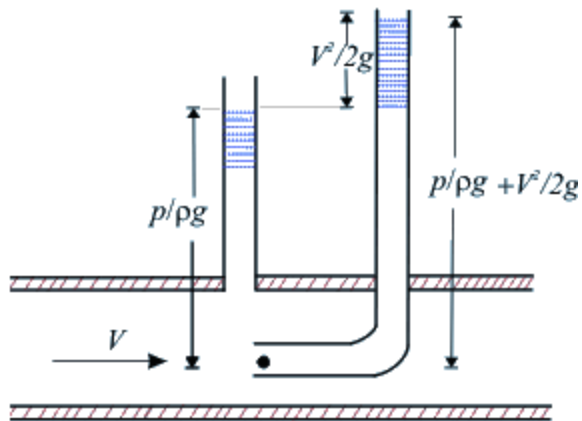
$v$ : vitesse du fluide (m/sec)

$g$ : accélération de la pesanteur = 9,81 m/sec<sup>2</sup>

## Pression dynamique

La pression dynamique est représentative de la vitesse d'écoulement d'un fluide. C'est la valeur lue sur un appareil de mesure de pression différentielle dont :

- L'un des points de mesure est disposé dans l'axe de l'écoulement du fluide
- Et l'autre est disposé perpendiculairement à cet écoulement.



Cette valeur est prédite par la relation de Bernoulli. Elle est utilisée dans les débitmètres ou anémomètres à tube de Pitot.

Contrairement à la pression statique, cette valeur de pression ne renseigne pas sur l'état thermodynamique du fluide.

Equation de la pression dynamique:

$$P = \frac{1}{2} \rho v^2$$

Avec:

$P$ : Pression (Pascal)

$\rho$ : masse volumique du fluide ( $\text{kg/m}^3$ )

$v$ : vitesse du fluide (m/sec)

**pression dynamique**

La pression dynamique est représentative de la vitesse d'écoulement d'un fluide. C'est la valeur lue sur un appareil de mesure de pression différentielle dont :

- L'un des points de mesure est disposé dans l'axe de l'écoulement du fluide
- Et l'autre est disposé perpendiculairement à cet écoulement.

$P_{totale} = P_{statique} + P_{dynamique}$

$P_{statique} = \rho \times g \times h$

$P_{dynamique} = \frac{1}{2} \rho \times v^2$

Cette valeur est prédite par la relation de Bernoulli. Elle est utilisée dans les débitmètres ou anémomètres à tube de Pitot.

Contrairement à la pression statique, cette valeur de pression ne renseigne pas sur l'état thermodynamique du fluide.

## Pression totale

C'est la somme de la pression statique et de la pression dynamique. Pression statique et dynamique sont égales pour un fluide au repos. De même, aux pertes par frottement près, la pression totale d'un fluide est constante quel que soit sa vitesse.

## Pression hydrostatique

Le principe de Pascal nous enseigne que dans un liquide à l'équilibre et de masse volumique uniforme :

- La pression est la même en tous points situés à une même hauteur
- La différence de pression entre deux points est égale au poids de la colonne de liquide de section unité et de hauteur égale à la différence d'élévation des deux points

### Equation de la pression hydrostatique:

$$P = \rho g H$$

Avec:

$H$ : hauteur de charge (m)

$P$ : Pression (Pascal)

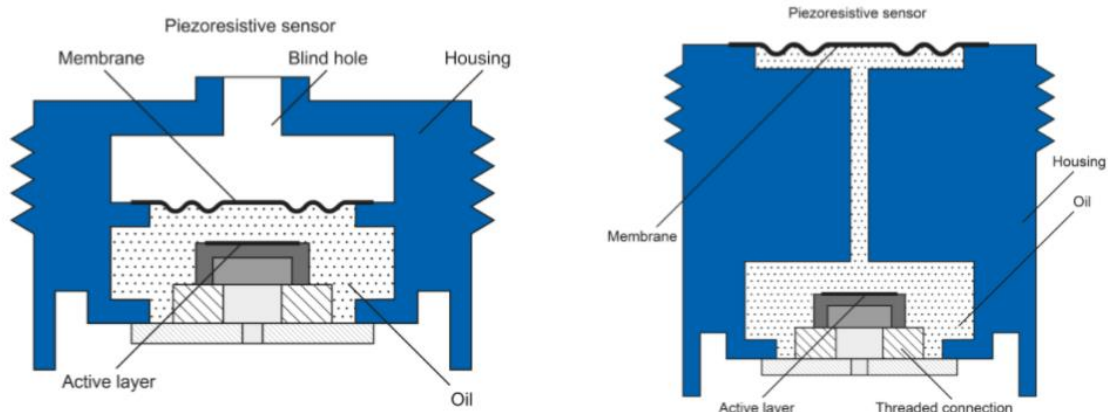
$\rho$ : masse volumique du fluide ( $\text{kg/m}^3$ )

$g$ : accélération de la pesanteur =  $9,81 \text{ m/sec}^2$

## FONCTIONNEMENT D'UN CAPTEUR DE PRESSION :

Les capteurs de pression utilisent une cavité de pression et un diaphragme pour produire un condensateur variable. La membrane est déformée lorsque la pression est appliquée et que la capacité diminue en conséquence. Ce changement de capacité peut être mesuré électriquement et est ensuite réglé en fonction de la pression appliquée. Ces capteurs sont limités à de faibles pressions d'environ 40 bars.

### Pressure sensor technology



(<https://www.stssensors.com/fr/blog/tag/pression-absolue/>)

La mesure de la pression de l'air est une mesure de pression absolue. On peut l'utiliser par ex. pour les prévisions météorologiques ou la mesure d'altitude.



## Différence entre pression relative et pression absolue

La pression absolue  $P_{abs}$  est la pression par rapport à la pression zéro dans du vide.

La pression relative  $P_{rel}$  est la pression par rapport à la pression barométrique du moment  $P_{atm}$  (pression atmosphérique).

### Problème :

La pression atmosphérique varie continuellement en fonction de l'altitude et de l'état atmosphérique. C'est pourquoi suivant l'application, on mesure soit la pression relative, soit la pression absolue.

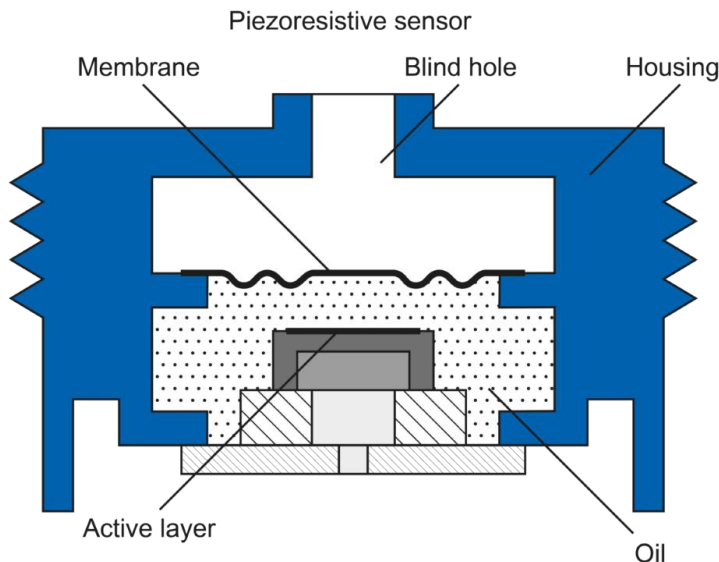
$$P_{abs} = P_{rel} + P_{atm}$$

([http://www.jumo.fr/fr\\_FR/support/FAQ\\_formation\\_continue/faq/mesure-pression/T1/Q4.html](http://www.jumo.fr/fr_FR/support/FAQ_formation_continue/faq/mesure-pression/T1/Q4.html))

### Application industrielle :

Les capteurs de pression électroniques mesurent habituellement le changement de pression par la déformation d'une membrane. Si cette membrane est exposée à la

pression du process d'un côté et « mise à l'atmosphère » de l'autre côté (donc exposée à la pression atmosphérique ambiante), la déformation est réduite (ou contrebalancée) exactement par cette pression ambiante. Par conséquent, le résultat de la mesure est une différence de pression entre la pression de process mesurée et la pression ambiante actuellement présente.

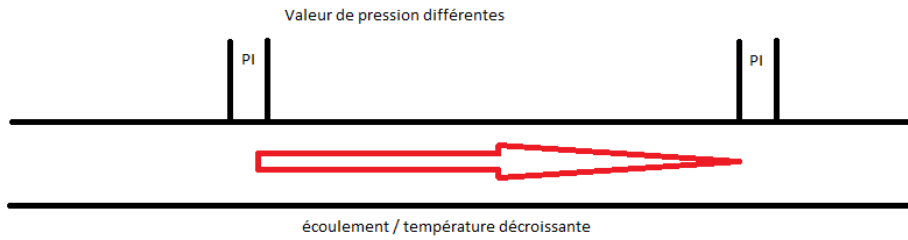


Par exemple, dans les réservoirs non pressurisés (donc mis à l'atmosphère), où les liquides sont stockés et où le réservoir est librement à l'atmosphère au-dessus du liquide, le niveau de liquide peut être dérivé de la pression hydrostatique de la colonne de liquide à l'aide d'un capteur de pression relative. Ainsi, il est particulièrement important pour les petites cuves d'éliminer l'influence de la pression ambiante sur la mesure par la ventilation commune du capteur et du récipient, sinon, pour un niveau constant de liquide, le niveau de liquide mesuré dans le réservoir fluctuera en fonction de la pression ambiante. Cette variation peut atteindre **+/- 30 mbar** en fonction des conditions météorologiques réelles et jusqu'à **200 mbar en fonction de l'emplacement** (différence de pression entre le niveau de la mer et 2 000 m). Dans le cadre d'une mesure de pression relative il n'est pas nécessaire d'adapter la pression atmosphérique.

(<https://blog.wika.fr/savoir-faire/capteur-de-pression-absolue-et-capteur-de-pression-relative/>)

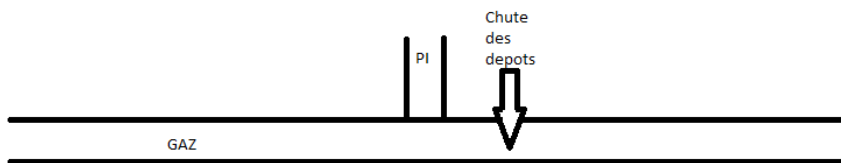
## La vapeur

En raison des températures élevées de la vapeur et de la formation de condensats, les mesures de vapeur sont un peu plus complexes. Voici un exemple de causalité pour les mesures de vapeur : Si la vapeur refroidit avant de parvenir au capteur de pression, un condensat peut se former. Si ce condensat s'accumule dans le capteur, il peut influencer les résultats mesurés.



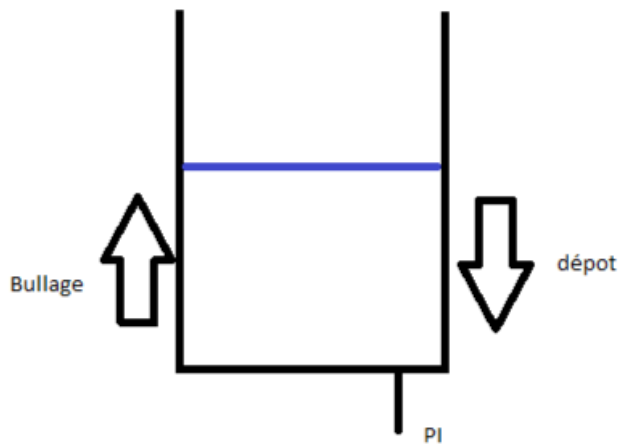
## Les gaz

Pour les mesures de gaz, les capteurs de pression doivent de préférence être montés au-dessus du processus. Cela permet aux éventuels condensats de revenir dans le processus sans nuire aux mesures.



## Les liquides

Pour les mesures de liquides, les capteurs de pression doivent être installés sous le processus, de sorte que les éventuelles bulles de gaz puissent s'échapper dans le processus. Il faut également veiller à ce que le fluide du processus soit suffisamment refroidi. Dans ce cas de figure, la conduite de dérivation sert également de section de refroidissement.



Un dépôt peut également s'accumuler sur le capteur et fausser la mesure.

## Tableau de diagnostic du fonctionnement du capteur de pression

Erreur	Cause	Dépannage
--------	-------	-----------

Aucun signal de sortie	Rupture de ligne	Vérifiez que le câble n'est pas endommagé et qu'il est correctement connecté.
	Erreur de câblage	Vérifiez l'affectation des câbles et, le cas échéant, consultez les instructions d'installation et d'utilisation.
	Mauvaise polarité	
L'affichage indique une pression trop basse	La pression d'entrée est trop basse à cause d'une connexion obstruée	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vérifiez la connexion et nettoyez-la si nécessaire.</li> <li>• En cas d'impuretés dans le fluide, utilisez un filtre entre l'arrivée et le capteur.</li> <li>• Si nécessaire, utilisez un capteur de pression équipé d'une membrane affleurante.</li> </ul>
	Le capteur de pression fuit au niveau de la connexion	Vérifiez que le joint ne soit pas trop lâche ou endommagé (pour remplacer le joint, vérifiez-les <a href="#">compatibilités de fluides</a> ).
Le signal est constant mais ne dépasse pas une certaine valeur, même lorsque la pression augmente	L'ouverture est bloquée	<p>Nettoyer l'ouverture du tunnel. @</p> <p>Placez un filtre devant.</p> <p>Utiliser un transmetteur de pression avec une membrane affleurante à l'avant.</p>
	La température du fluide est trop basse (inférieure à -40 °C)	La cellule de mesure d'un capteur de pression piézorésistif contient un fluide de transfert. Ce fluide peut se solidifier à des températures inférieures à -40 °C. Dans ce cas, utilisez un capteur de pression optimisé pour les basses températures, avec par exemple du fluide de remplissage AS100 (pour

		températures inférieures à -55 °C).
Le signal de sortie indique une valeur élevée qui reste inchangée	La plage de mesure autorisée a été dépassée. Si le capteur de pression est utilisé dans la plage de surcharge il affichera des mesures, mais elles ne seront pas exactes. Le signal de sortie a atteint le point de saturation et ne peut plus le dépasser.	Utilisez un capteur de pression adapté à la plage de mesure.
Le signal de sortie est trop bas et ne dépasse pas cette valeur basse malgré une augmentation de la pression	La pression d'entrée est trop basse	L'ouverture est bloquée (voir ci-dessus).
	Charge trop élevée pour les signaux mA (les composants électroniques connectés au capteur de pression absorbent trop de courant)	Pour les signaux mA, réduisez la charge conformément à la fiche technique ou aux instructions d'utilisation.
	Charge trop faible pour les signaux V	Augmentez la charge conformément à la fiche technique ou aux instructions d'utilisation.
	Tension de fonctionnement trop basse	La tension de fonctionnement doit être augmentée conformément aux instructions d'utilisation.
	La plage de mesure du capteur de pression est trop large	Utilisez un instrument correspondant à la plage de mesure. La règle de base est que la plage de mesure doit être d'environ 75 % de la capacité de l'appareil.
Décalage d'origine (le signal du point zéro est trop élevé)	La membrane a été déformée par une trop grande surpression	<ul style="list-style-type: none"> <li>Le capteur de pression est défectueux.</li> <li>Utilisez une plage de mesure appropriée et, si nécessaire, un étrangleur.</li> </ul>
	<a href="#">La membrane a été déformée ou rompue par des pics de pression</a>	
	Couple de serrage trop élevé à l'installation (cellule de mesure endommagée)	Ce problème est plus susceptible de se produire avec des instruments de mesure basses pressions. Faites attention au couple



		maximum lors de l'installation (consultez les instructions de montage).
Le signal de sortie varie considérablement sous l'influence de la température	La compensation de pression relative est bloquée (principalement sur les appareils avec des plages de mesure faibles jusqu'à 25 bars)	Vérifiez la compensation de pression relative. Assurez-vous également que l'installation a été effectuée correctement.
Signal de sortie fortement fluctuant (scintillement)	Connexion desserrée	Une rupture de câble ou une fiche desserrée peut en être la cause.
	Fortes vibrations ou impulsions de choc	<a href="#">Le capteur est soumis à une résonance</a> . Idéalement, la charge de choc admissible doit être vérifiée dans la fiche technique avant de choisir un capteur de pression. Les dispositifs résistants aux chocs sont caractérisés par une électronique scellée et sont dépourvus de potentiomètres réglables (tel que l' <a href="#">ATM.1ST</a> ). Le problème peut être résolu ultérieurement en découplant l'appareil de mesure via une conduite de pression flexible.
Le signal de sortie a des impulsions d'interférence	Il y a trop d'interférences électromagnétiques	Assurez-vous que les câbles sont blindés. <a href="#">Les phénomènes d'interférences électromagnétiques peuvent être en grande partie éliminés avec une installation soignée</a> .
	Différences de capacités entre l'instrument de mesure et le processus	<a href="#">Vérifiez la connexion à la terre du capteur de pression</a> .
Le signal de sortie est défaillant après un certain temps d'utilisation	Les composants électroniques dysfonctionnent à cause d'une température de fonctionnement trop élevée	<a href="#">Le fluide peut être refroidi via un découpleur de température, tel que des ailettes de refroidissement en amont ou une section de refroidissement</a> . Un siphon est la meilleure solution pour les usages de vapeur.

## Différents types de détecteurs

LES CAPTEURS LES PLUS FREQUENTS..	
Inductif.	Produisent dans l'axe du capteur un champ magnétique oscillant. Ce champ est généré par système constitué d'une self et d'une capacité montée en parallèle. Lorsqu'un objet métallique pénètre dans ce champ, il y a perturbation de ce champ, atténuation du champ oscillant.
Capacitif.	Capteurs de proximité qui permettent de détecter des objets métalliques ou isolants. Lorsqu'un objet entre dans le champ de détection des électrodes sensibles du capteur, la fréquence des oscillations est modifiée en même temps que la capacité de couplage du condensateur.
Capteur photoélectrique ou optique.	Il se compose d'un émetteur de lumière associé à un récepteur. La détection d'un objet se fait par coupure du faisceau lumineux

Capteur de position	Ce sont des capteurs à contact. Ils peuvent être équipés d'un galet, d'une tige souple, d'une bille. L'information donnée par ce type de capteur est de type tout ou rien et peut être électrique ou pneumatique.
Capteur ILS ( Interrupteur à lame Souple )	Un capteur ILS est un capteur de proximité composé d'une lame souple sensible à la présence d'un champ magnétique mobile. Lorsque le champ se trouve sous la lame, il ferme le contact du circuit provoquant la commutation du capteur. Ce capteur se monte directement sur un vérin et permet de détecter des positions autres que les positions extrêmes. Pour utiliser ce type de capteur, il est nécessaire d'utiliser un vérin comportant un aimant sur le piston.