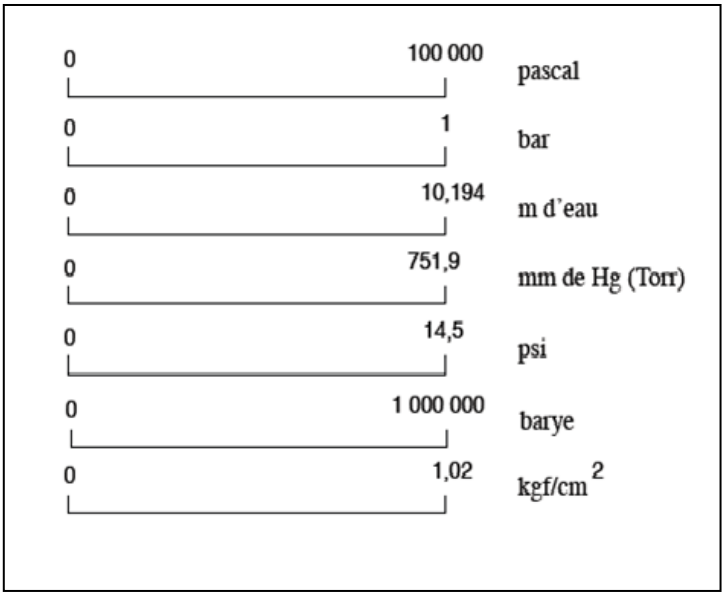
Chapitre 2 : *Mesure de la Pression.*

II.1 Définition de la pression

La pression est une grandeur dérivée du système international. Elle est définie comme le quotient d'une force par une surface. La pression s'exerce perpendiculairement a la surface considérée.

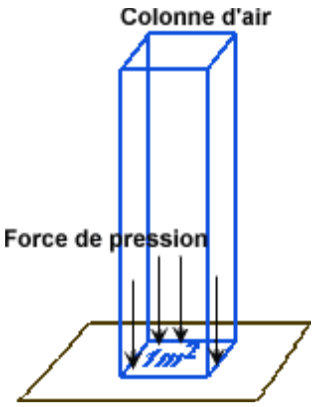
II.2 Les différentes unités de pression :



II. 3 Différentes modes de pressions

II.3.1. Pression atmosphérique (ou barométrique):

Est la force exercée par l'atmosphère sur une unité de surface de la Terre. À un endroit précis, la force de pression est égale à la force exercée par une colonne d'air, de surface unitaire, partant du sol et allant jusqu'au sommet de l'atmosphère.
La pression atmosphérique moyenne au niveau de la mer, à 15°C, est d'environ 1013mbar = 1.013 bar; elle peut varier avec la pluie ou le beau temps; elle est fonction de l'altitude.



II.3.2.Pression relative (ou manométrique):

Est la différence de pression par rapport à la pression atmosphérique. Elle est le plus souvent utilisée, car la plupart des capteurs, sont soumis à la pression atmosphérique.

II.3.3.Pression différentielle:

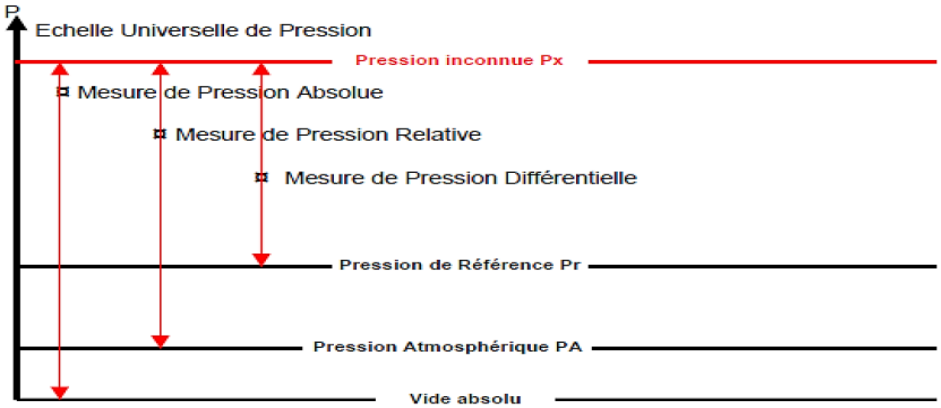
Est la différence entre deux pressions, dont l'une est prise comme référence. Une pression différentielle peut prendre une valeur négative.

II.3.4. Pression absolue:

Est la pression mesurée par rapport au vide parfait. La valeur mesurée sera toujours positive car la référence 0 est le vide.

Levide: Ilcorrespondthéoriquementàunepressionabsolue nulle. Il ne peut être atteint, ni dépassé, mais quand on s'en approche, on parle alors de vide poussé.

Levide	*Vide primaire*	*Vide moyen*	*Vide poussé*	*Ultra vide*
P(mbar)	***10 à 1***	***1 à 10^{-3}***	***10^{-3} à 10^{-7}***	***<10^{-7}***



II.4. Appareils de mesure des pressions

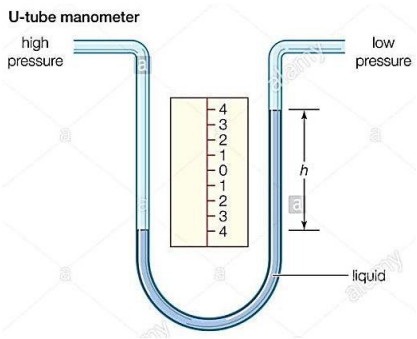
La mesure de la pression est basée sur deux principes:

- **Statique des fluides.**
- **Déformation de solides.**

II.4.1. Manomètre basé sur la statique des fluides

II.4.1.1. Manomètre à tube en U :

La différence d'altitude **h** du liquide manométrique, entre les deux cotés d'un même tue en U, donne une mesure de la **ΔP** entre les deux extrémités du tue.



$$\Delta P = \rho * g * h \; ; \quad \Delta P = P_1 - P_2$$

$$P_1 - P_2 = \rho * g * h$$

ΔP: Pressions en A et B **(Kg/ (m.s^2) ou Pa)**

ρ :Masse volumique du liquide contenu dans le récipient **(kg/m^3)**

g : Accélération de la pesanteur **(m.s^{-2})**

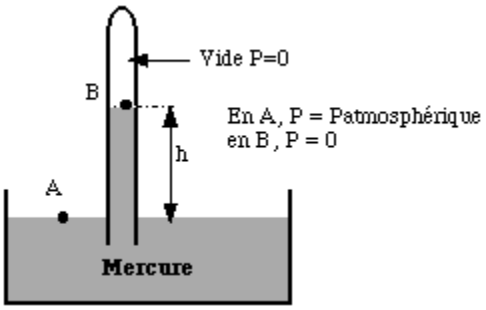
h: Distance verticale entre A et B **(m)**

Pour une mesure de **pression relative** ils sont ouverts à l'atmosphère à une de leurs extrémités (bout ouvert en U) et remplis par un liquide (couramment eau ou mercure). L'autre extrémité est reliée à l'enceinte dont on veut connaître la pression relative.
Si l'extrémité ouverte est fermée (bout fermé en U), ce type de manomètre permet de mesurer la **pression absolue**.
Pour une mesure de **pression différentielle**, les deux extrémités du tube sont reliées aux deux points entre lesquelles on cherche à connaître la pression différentielle. La mesure se lit dans les deux cas directement par différence de niveau du liquide dans les deux branches de tube.

L'utilisation de l'eau ou du mercure est fonction du but poursuivi: l'eau convient mieux pour de faibles pressions (inférieures à 0,1 bar) grâce à une bien meilleure précision. Par contre le mercure s'impose pour des valeurs supérieures à cause de la trop grande taille des tubes nécessaires.

II.4.1.2. Baromètre de Torricelli (Mesure de la pression atmosphérique):

C'est un tube en verre d'environ 90 cm de longueur, rempli de mercure, clos à une extrémité : la hauteur h fournie une mesure de la pression atmosphérique. Pour une pression atmosphérique de 1013 mbar, h = 0,7993m.



$$\Delta P = \rho * g * h$$

$$\Delta P = P_A - P_B = P_{atm} - P_{vide} = P_{atm}$$

$$P_{atm} = \rho * g * h$$

II.4.1.3. Avantages et inconvénient des manomètres à tubes:

Avantage :

• Bonne précision et bonne stabilité.

• Construction simple et peu coûteuse.

Inconvénients:

• Encombrant et fragile.

• Ils sont sensibles à la température et aux vibrations.

• Les tubes doivent être parfaitement calibrés.

• Les liquides visqueux, mal propres, les tubes gras, sont des causes d'erreurs.

• Ne traduisent pas la pression mesurée en un signal analogique exploitable en régulation industrielle.

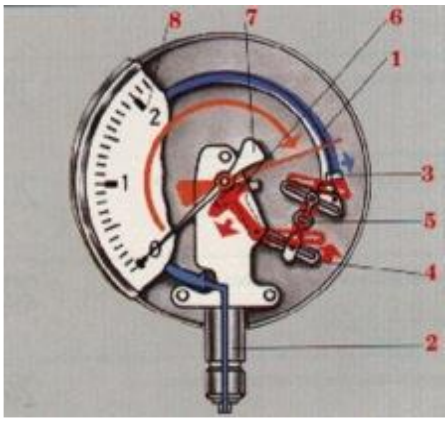
Domain d'utilisation :

- Mesure des pressions absolues, relatives ou différentielles jusqu'à deux bars.
- Réservé plutôt pour des usages en laboratoire ou comme appareils étalons.

II.4.2.Manomètres à déformation de solide

II.4.2.1- Le manomètre à tube de Bourdon

Le tube de Bourdon est brasé, soudé ou vissé avec le support de tube qui forme généralement une pièce complète avec le raccord. Par l'intermédiaire d'un trou dans le raccord, le fluide à mesurer passe à l'intérieur du tube. La partie mobile finale du tube se déplace lors de changement de pression (effet Bourdon). Ce déplacement qui est proportionnel à la pression à mesurer, est transmis par l'intermédiaire du mouvement à l'aiguille et affiché sur le cadran en tant que valeur de pression. Le système de mesure, le cadran et l'aiguille sont montés dans un boîtier.



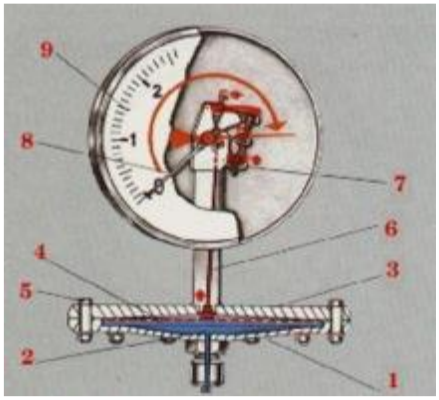
1. Organe moteur, tube de Bourdon.
2. Support de tube.
3. Capuchon du tube. 4. Secteur denté.

5. Biellette.
6. Engrenage.
7. Aiguille.
8. Cadran.

Utilisation : de fluides gazeux ou liquides, à condition que ceux-ci ne soient ni hautement visqueux ni cristallisant. La gamme de mesure s'étale sur toutes les plages de 0,6 bar à 4 kbar. Les appareils sont Les manomètres à tube de Bourdon sont utilisés pour la mesure de pressions positives ou négatives fabriqués avec le raccordement vertical ou arrière. Il convient de les protéger contre les risques de surpression ou de dépassement d'échelle. Le tube de Bourdon ne permet pas de mesurer les phénomènes rapides de pression. L'incertitude de mesure varie de 0,02 à 0,2 pour le domaine de mesure de 0 à 3 kbar.

II.4.2.2.Le manomètre à membrane

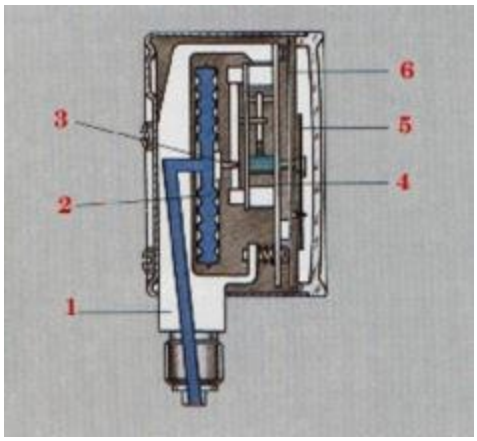
La membrane est tendue entre deux brides. Par un trou dans le raccord, le fluide à mesurer arrive dans la chambre de pression en dessous de la membrane. La membrane se déplace sous l'effet de la pression. Le déplacement de la membrane est proportionnel à la pression mesurée et est transmis par l'intermédiaire du mouvement à l'aiguille et affiché sur le cadran en tant que valeur de pression. Afin d'être protégés contre des détériorations, le système de mesure, le cadran et l'aiguille sont montés dans un boîtier.
Utilisation : Les manomètres à membrane sont utilisés principalement pour la mesure de faibles pressions positives ou négatives de fluides gazeux ou liquides. La gamme de mesure possible s'étale sur toutes les plages de 16 mbar à 40 bar. Les membranes de ces manomètres sont très minces et ondulées. De par leur forme, ils sont moins sensibles aux vibrations que les manomètres à tube et sont plus faciles à protéger contre les surcharges et les fluides agressifs. Les appareils sont fabriqués avec un montage de membrane horizontal (à angle droit par rapport au cadran) ou vertical (parallèle par rapport au cadran). Étant donné qu'il n'y a pas de différence fondamentale de fonctionnement, la description suivante concerne l'exécution la plus courante, avec la membrane horizontale.



1. Bride inférieure.
2. Chambre de pression.
3. Bride supérieure.
4. La membrane.
5. Vis.
6. Engrenage.
7. Aiguille.
8. Cadran.

II.4.2.3- Le manomètre à capsule

La capsule est montée sur le raccord soit directement soit par l'intermédiaire d'un tube métallique. Par un trou dans le raccord le fluide à mesurer passe à l'intérieur de la capsule. Sous l'effet de la pression les demi-parties de la capsule se bombent. Ce déplacement proportionnel à la pression mesurée est transmis par l'intermédiaire du mouvement à l'aiguille et affiché sur le cadran en tant que valeur de pression. Afin d'être protégés contre des détériorations, le système de mesure, le cadran et l'aiguille sont montés dans un boîtier.
Utilisation Les manomètres à capsule sont utilisés pour la mesure de faibles et très faibles pressions positives ou négatives, spécialement pour des fluides gazeux. La gamme de mesure possible s'étale sur toutes les plages de 2,5 mbar à 600 mbar.
Les organes moteurs à capsule sont une forme spéciale de membrane. Ils comportent deux membranes ondulées concentriquement, assemblées de façon étanche en une capsule. Les appareils son fabriqués soit avec la capsule montée verticalement (parallèle au cadran), soit horizontalement (perpendiculaire au cadran). Le raccordement se fait en dessous ou à l'arrière.



1. support de l'organe moteur.
2. Organe moteur, la capsule.
3. Biellette.
4. Mouvement.
5. Aiguille.
6. Cadran.