

## IV. MESURE DE PRESSIONS

### 4.1. Définitions

#### 4.1.1. 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 :  $P[P_a] = \frac{F[N]}{S[m^2]}$

#### 4.1.2. Différentes unités de pression

D'après la relation précédente, 1Pa est l'unité internationale de la pression absolue s'exerçant sur une surface de 1m<sup>2</sup> par une force perpendiculaire de 1N.

Tableau 1 : Les différentes unités de pression

	pascal (Pa)	bar (b)	atmosphère
1 pascal	1	10 <sup>-5</sup>	9,869 10 <sup>-6</sup>
1 bar	10 <sup>5</sup>	1	0,987167
1 kgf/cm <sup>2</sup>	98039	0,9803	0,968
1 atmosphère	101 325	1,0133	1
1 cm d'eau	98,04	980 10 <sup>-6</sup>	968 10 <sup>-6</sup>
1 mm de Hg	133	1,333 10 <sup>-3</sup>	1,316 10 <sup>-3</sup>
1 mb	102	10 <sup>-3</sup>	987 10 <sup>-6</sup>
1 inch Hg	3,386 10 <sup>3</sup>	33,86 10 <sup>-3</sup>	33,42 10 <sup>-3</sup>
1 psi	6892	68,9 10 <sup>-3</sup>	68 10 <sup>-3</sup>
1 torr	133	1,33 10 <sup>-3</sup>	1,316 10 <sup>-3</sup>

#### 4.1.3. Différentes pressions

- **La pression atmosphérique** : La pression atmosphérique moyenne au niveau de la mer, à 15 °C, est de 1013 mbar. Elle peut varier en fonction de l'altitude.
- **La pression absolue** : C'est la pression réelle, dont on tient compte dans les calculs.
- **La pression relative** : C'est la différence de pression par rapport à la pression atmosphérique.
- **La pression différentielle** : C'est une différence entre deux pressions, dont l'une sert de référence. Une pression différentielle peut prendre une valeur négative.

- **Le vide** : C'est une pression inférieure à la pression atmosphérique. Le vide parfait correspond théoriquement à une pression absolue nulle. Il ne peut être atteint. Quand on s'en approche, on parle alors de vide poussé.
- **Pression de service** : C'est la force par unité de surface exercée sur une surface par un fluide s'écoulant parallèlement à la paroi d'une conduite.

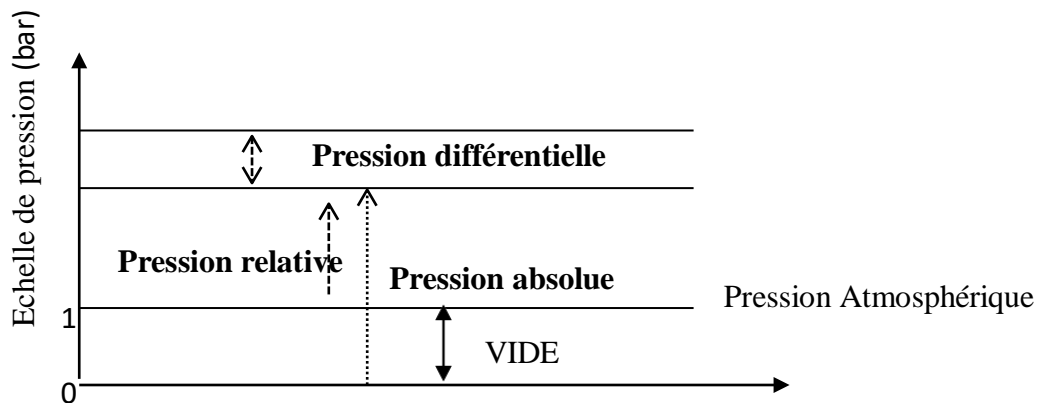


Figure IV.1 : Les différentes pressions

#### 4.1.4. Pressions des fluides

- **Pression hydrostatique** : A l'intérieur d'une colonne de fluide se crée une pression due au poids du fluide sur la surface considérée :  $P_a [P] = \rho \cdot g \cdot h [m]$
- **Pression dues aux forces extérieure** : Un fluide qui se déplace avec une vitesse  $V$ , crée une pression supplémentaire :  $P_a = \rho \cdot V^2$
- **Pression totale** : C'est la somme de la pression hydrostatique et de la pression due aux forces extérieures.

## 4.2. Capteurs électriques

### 4.2.1. Capteurs passifs

#### 4.2.1.1. Capteurs résistifs

Ce type de capteurs se base sur la variation de la résistance sous l'effet d'une pression exercée :

$$R = \frac{\rho \cdot l}{S}$$

Avec :

$\rho$  : Résistivité du matériau.

$L$  : Longueur du conducteur.

$S$  : Section du conducteur.

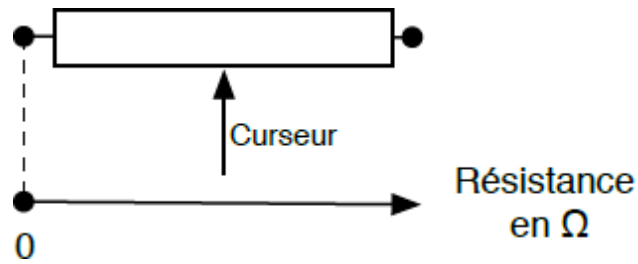


Figure IV.2 : Capteur résistif rectiligne

- Avantages :
  - Signal de sortie élevé.
  - Utilisable sans conditionneur.
  - Possibilité d'adapter à une variation non linéaire.
- Inconvénients :
  - Durée de vie ;
  - Sensibilité aux vibrations.

#### 4.2.1.2. Capteurs capacitifs

Un condensateur est composé de deux conducteurs séparés par un isolant. La capacité d'un condensateur est:  $C = \frac{\epsilon_0 \epsilon_r S}{e}$

Avec :

- $\epsilon_0$  : permittivité du vide =  $8,8510^{-12}$  ;
- $\epsilon_r$  : permittivité relative de l'isolant ;
- $S$  : surface en regard en  $m^2$  ;
- $e$  : épaisseur de l'isolant en m

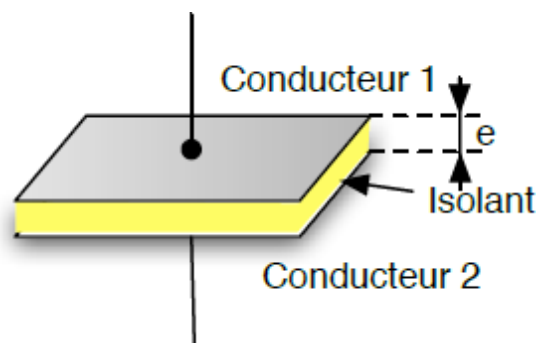


Figure IV.3 : Condensateur

Le capteur capacitif se base sur la variation de la capacité due à la variation de l'épaisseur sous l'effet d'une différence de pression.

- Avantages
  - faible masse ;
  - peu sensible aux accélérations.
- Inconvénients
  - sensibilité à la température (sauf montage différentiel).
  - sortie haute impédance.

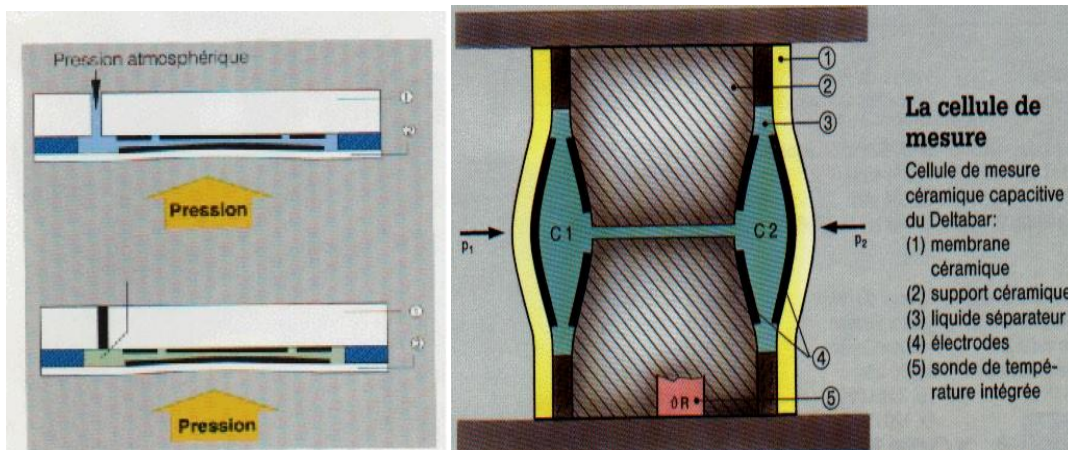


Figure IV.4 : Capteur capacitif de pression

#### 4.2.1.3. Capteurs inductifs

Un bobinage de fils conducteurs, parcouru par un courant électrique, crée un champ magnétique  $B$ . On peut canaliser les lignes de champs en ajoutant un circuit magnétique (figure IV. 5). On peut écrire :  $N \cdot I = R \cdot \Phi$

Avec :

- $N$  : nombre de spires ;
- $I$  : courant en A;
- $R$  : reluctance du circuit magnétique en  $H^{-1}$  ;
- $\Phi$  : flux traversant les spires en Wb.

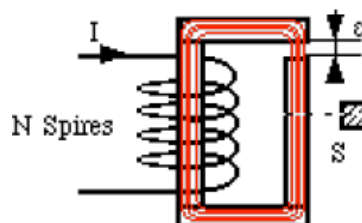


Figure IV.5 : Lignes de champs dans une inductance

Le principe de fonctionnement d'un capteur inductif de pression se base sur le déplacement d'un noyau magnétique à l'intérieur d'une bobine, du à la pression exercée. Ce déplacement entraine une variation de l'inductance de la bobine.

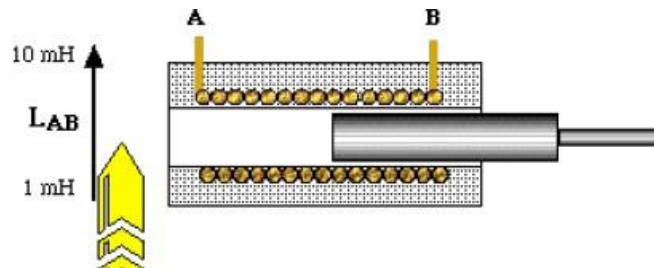


Figure IV.6 : Capteur inductif

- Avantages:
  - Faible hystérésis ;
  - Très bonne résolution ;
  - Signal de sortie élevé.
- Inconvénients :
  - Sensible aux chocs et aux vibrations.

#### 4.2.1.4. Jauges

Des jauges de contraintes sont collées sur le corps d'épreuve. Elles sont montées sur un pont de Wheatstone, par deux, ce qui permet une compensation des grandeurs d'influences.

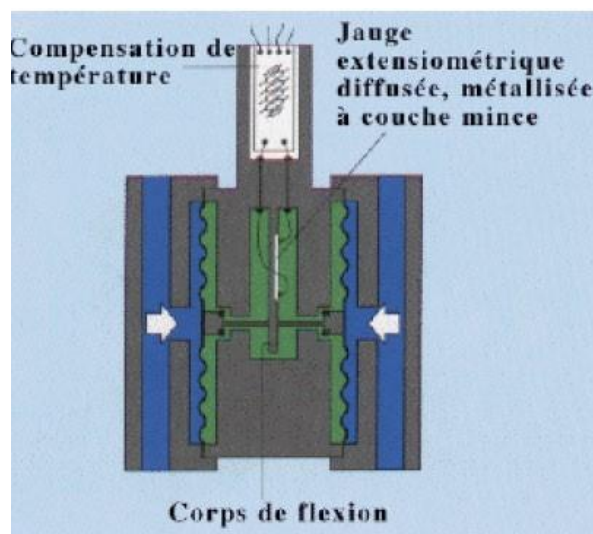


Figure IV.7 : Capteur de pression avec jauge extensiométrique

- Avantages:
  - Précision ;
  - Peut sensible aux vibrations.
- Inconvénients :
  - Faiblesse du signal de sortie ;
  - Fluage des colles

#### 4.2.2. Capteurs actifs

Les structures piézoélectriques utilisées comme corps d'épreuve assurent directement la transformation de la contrainte, produite par l'application d'une force  $F$ , en une charge électrique  $Q$ . Des structures piézo-électriques tubulaires ont été développées sous forme de câble coaxial blindé. Elles permettent la mesure de faibles variations de pressions en milieu haute pression ou pour le contrôle de trafic (figure IV.8).

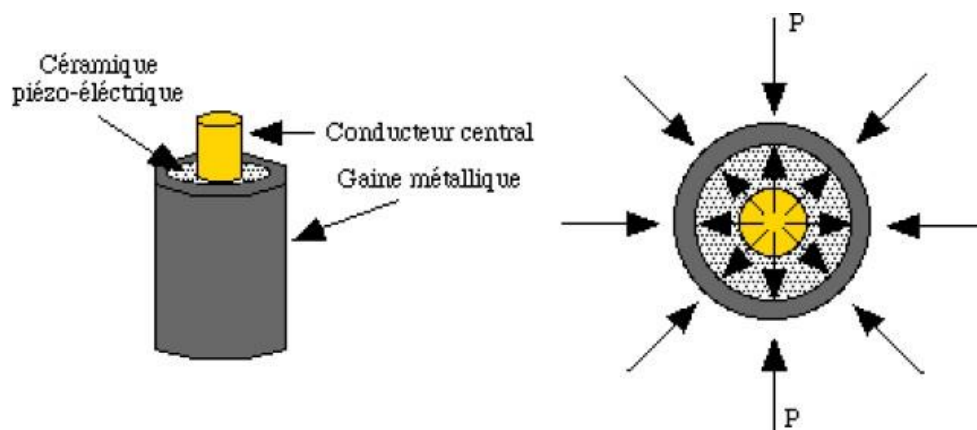


Figure IV.8 : Capteur piézoélectrique

- Avantages:
  - excellente réponse en fréquence ;
  - miniaturisation.
- Inconvénients :
  - Sensibilité à la température ;
  - nécessite un câble de liaison de faible bruit.