

LES MESURES

I- Généralité :

Nombre utilisé pour exprimer la **valeur** du rapport d'une **grandeur** de même espèce prise pour **étalon** (unité de mesure).

Le rôle des appareils de mesure est de surveiller constamment des caractéristiques de fonctionnement, telles que **pression** de vapeur, **température**, **consommation**, **par exemple** de **charbon**, **gaz**, etc., et permettant la détection d'**erreurs**, éviter des **pertes** et apporter des améliorations. Ils constituent une aide indispensable en vue d'une marche économique.

II- Classification des appareils de mesure :

A- Suivant les grandeurs à mesurer :

Appareils de mesure de température, pression, volume, vitesse, etc. ;

B- Suivant le type de fabrication :

- Appareils à cadran comme auxiliaire des opérations de conduite ;
- Appareils enregistreurs comme auxiliaires des opérations de surveillance et contrôle continu

de marche ;

- Compteurs pour la détermination des consommations et leur répartition ;

III- Éléments de base d'un appareil de mesure :

On distingue :

- Le capteur (ou **transducteur**), **par exemple** dans le cas d'un **manomètre** de **Bourdon** le tube en **C**,

- Le grandisseur (ou **amplificateur**),
- Le récepteur-lecteur : index et graduation.

Dans les installations importantes, il est nécessaire de surveiller simultanément plusieurs grandeurs. Pour cette raison les appareils de mesure sont rassemblés dans des **armoires** ou sur des **tableaux synoptiques**. Le report des grandeurs mesurées en différents endroits nécessite des installations de mesure à distance (**télémesures**), de type **pneumatique** ou **électrique**.

1- Mesure des pressions :

La **pression** est le rapport entre la **force** F_n exercée perpendiculairement et uniformément sur une **surface** A et cette surface : la pression s'écrit $P = F_n/A$ et s'exprime en N/m^2 .

Dans le cas des **fluides (liquides ou gaz)**, on considère une surface infinitésimale interne à la **masse** du fluide ou un élément de surface des parois. La « **force** » est alors l'échange ou le flux de quantité de mouvement par unité de temps à travers la surface considérée. La pression est alors le rapport entre F et la surface considérée.

Tableau. Liquide employé dans les manomètres

Liquide	Eau	Pétrole	Alcool	Benzène
Masse volumique (eau = 1)	1	0,79...0,82	0,80	0,879
Liquide	Toluol	Nitrobenzène	Chloroforme	Mercure
Masse volumique (eau = 1)	0,864	1,20	1,50	13,55

2- Mesure des températures :

Grandeur physique qui exprime l'**état thermique** d'un **corps** et son aptitude à changer de l'**énergie** avec un autre corps ou avec l'extérieur.

Le concept de température est intimement lié à celui de **chaleur** et dérive de la sensation de **chaud** ou de **froid** que suscite en nous le contact avec les corps.

Le phénomène le plus communément utilisé pour la mesure de la température est la **dilatation** des corps ou des **fluides** : puisque en général une augmentation de température engendre une augmentation de volume, on déduit indirectement la température en mesurant le volume occupé par le corps.

C'est sur ce principe que fonctionnent les **thermomètres** (à **mercure**, **alcool**, etc.). D'autres méthodes reposant sur la **thermoélectricité** permettent de mesurer la température.

La température définie par ces systèmes est appelée **température empirique**. La température est susceptible d'une définition plus rigoureuse d'un point de vue **thermodynamique**.

Tableau. Domaines de mesure des différents thermomètres

Plage en °C	Appareils de mesure
-100 à + 50	Thermomètre à alcool
-35 à + 300	Thermomètre à mesure usuel en verre
-35 à + 500	Thermomètre à mesure en verre quartzéux
-35 à + 800	Thermomètre à bilame
Jusqu'à + 300	Thermomètre à tige à dilatation de solides
Jusqu'à + 600	Thermomètre à dilatation de liquide
-25 à + 500	(thermomètres)
-100 à + 150	Thermomètre à résistance de nickel
-200 à + 500	Thermomètre à résistance de platine
-200 à + 500	Thermomètre cuivre/constantan
-200 à + 800	Thermomètre fer/constantan
-200 à + 1 100	Thermomètre nickel/nickel-chrome
-200 à + 1 600	Thermomètre platine/platine-rhodium
+600 à illimité	Pyromètre optique

3- Mesure des débits :

C'est la méthode de mesure la plus simple. **Deux réservoirs** sont tour à tour remplis et vidés et le temps nécessaire à cette opération mesuré. Les **débitmètres** à bascule contiennent un récipient étalonné qui bascule une fois rempli et se vide ensuite ; ne se fabrique pratiquement plus.

4- Compteurs de vitesse :

Les compteurs de vitesse désignent tous les **systèmes** comportant le mesurage d'une grandeur physique qui est proportionnelle à la vitesse moyenne du liquide dans la conduite. Ils sont très nombreux dans les mesures de volume des liquides en mouvement. On distingue les compteurs à **moulinet** (ou compteurs à injection) et les **compteurs-turbines**.

- **Compteur de particules**, dispositif capable de fournir un **signal** électrique quand une

particule traverse un certain volume, dit volume utile. Très utilisés en physique nucléaire, les compteurs le sont aussi pour la recherche de gisements d'**uranium**, en médecine, en biologie et, en général, quand on travaille avec les **radio-isotopes**.

- **Compteur électrique**, appareil qui mesure, directement ou indirectement, la quantité d'**énergie électrique** qui transite dans une ligne.
- **Compteur électronique**, appareil **digital** qui a pour fonction de compter les **impulsions** qui se produisent pendant un certain laps de temps.

5- Mesure des niveaux :

Le dispositif le plus simple de détermination d'un **niveau** dans un réservoir à la pression atmosphérique consiste à utiliser un **flotteur** avec câble à **démultiplication** de mouvement, **poules**, **contrepoids** et **échelle de lecture**. Pour indications à distance on utilise un **potentiomètre**. Dans le cas des **citernes à fuel** les indicateurs sont en général du type à flotteur.

6- Analyse des gaz :

Elle est effectuée dans le but de déterminer la composition des **gaz de fumées**, en particulier la teneur en **CO₂**, et connaître ainsi la quantité d'une **combustion**. Les teneurs en **SO₂** et **oxyde nitrique** ne sont généralement mesurées que dans le cas de grosses installations.

- **Appareil d'Orsal**. C'est l'appareil le plus connu pour l'analyse des gaz brûlés. On envoie sous pression un volume d'exactly **100 cm³** de gaz à travers une série de solutions absorbantes qui retiennent successivement après **barbotage** le gaz carbonique **CO₂**, l'oxygène **O₂** et l'oxyde de carbone **CO**. Après absorption d'une partie des gaz on mesure le volume restant. La diminution de volume correspond à la proportion de gaz absorbé. Les solutions absorbantes sont la **soude caustique** pour le **CO₂**, le **pyrogallol** ou le **phosphore** pour **O₂** et le **chlorure cuivreux** pour le **CO**.

7- Mesure de l'humidité :

Dans les mesures de l'**humidité** il faut distinguer l'humidité absolue mesurée en **g/cm³** ou **g/kg** et l'humidité relative mesurée en **%**.

- **Par absorption**, la vapeur d'eau est absorbée par du **chlorure de calcium** ou de **lithium** contenu dans des tubes placés en série. La vapeur d'eau absorbée est déterminée par pesage et la quantité de gaz mesurée par un débitmètre, ce qui donne immédiatement l'humidité absolue.
- **Méthode du point de rosée**, on refroidit une plaque de métal par circulation contrôlée d'air

jusqu' à apparition de **buée**. La température obtenue est celle du point de rosée de l'air (**hygromètre d'Alluard**).

8- Mesure des bruits :

Les appareils de mesure déterminent la pression **acoustique** et l'intensité **sonore** des **bruits**. Ils se composent d'un **microphone**, d'un **atténuateur**, d'un **amplificateur**, de **réseaux pondérateurs** (permettant d'obtenir certaines courbes de réponse en fonction de la fréquence) et d'un appareil de lecture. Les appareils et les méthodes de mesure sont normalisés : normes françaises **NF S 31-001 à 31-021**, recommandations et normes internationales **ISO/R 140** et suivantes, recommandations de la Commission Electronique Internationale **CEI**, etc.