

# Chapitre 2 : Les appareils de mesure

- **I. Les appareils de mesure analogiques**
- Un appareil de mesure analogique comporte généralement un ou plusieurs inducteurs fixes (aimant permanent, électroaimant, ...) agissant sur un équipage mobile autour d'un axe.
- **I-1- Classifications des appareils à déviation :**
- On peut classer les appareils de mesure analogiques, de type à déviation, selon la nature du phénomène physique qui détermine leur fonctionnement :

- **Appareils magnétoélectriques** : ils reposent sur l'action du champ magnétique d'un aimant fixe sur une bobine traversée par un courant.
- **Appareils ferromagnétiques** : ils reposent sur l'action des forces électromagnétiques sur une partie métallique en fer doux. Un appareil ferromagnétique est très simple à construire, robuste, utilisable en courant continu et en alternatif. La graduation de son échelle est non linéaire.
- **Appareils électrodynamiques** : ils reposent sur l'action du champ produit par une bobine fixe sur celui produit par une bobine mobile. Ils sont utilisables en courant continu et en courant alternatif. Ils sont généralement utilisable pour la fabrication des wattmètres.
- **Appareils ferro-dynamiques** : même principe que les appareils électrodynamiques, mais avec un noyau de fer doux à l'intérieur des bobines.

- **Appareil à induction** : ils reposent sur l'action de champs alternatifs sur un équipage mobile.
- **Appareils thermiques** : ils reposent sur l'action de la dilatation due à l'effet joule dans un conducteur traversé par un courant,
- **Appareils électrostatiques** : ils reposent sur l'action d'attraction exercée par l'armature fixe d'un condensateur sur son armature mobile. Ce type d'appareils est toujours utilisée en voltmètre.

- **I.2 Qualité des appareils analogiques de mesure**
- Principe de fonctionnement et mode de construction sont les principaux facteurs de la qualité d'un appareil de mesure.
- ***1.2.1 Indice de classe de précision***
- Elle exprime l'imperfection de fabrication des appareils de mesure.
- Les matériaux utilisés, les techniques de fabrication et de mise au point font qu'un appareil n'indique jamais la vraie valeur. On définit les valeurs suivantes de classe :
- **Les appareils étalons** : classe 0.5 ; 0.1 et 0.2 (utilisés en laboratoire).
- **Les appareils de contrôle** : classe 0.5 et 1 (utilisés pour contrôle et vérification)
- **Les appareils industriels** : classe 1.5 et 2.5.
- **Les indicateurs** : classe 5.

- ***1.2.2. Sensibilité***
- C'est l'aptitude de l'appareil à déceler de petites variations de la longueur à mesurer.
- ***1.2.3. Fidélité***
- C'est la qualité de l'appareil à donner toujours la même indication pour la même valeur de la même grandeur mesurée. La fidélité peut être perturbée par :
  - Les chocs sur les parties mobiles ;
  - Les champs magnétiques terrestres ou produits par un appareil voisin générateur de champ parasite ;
  - Les phénomènes électrostatiques ;

- L'humidité qui fait diminuer la résistance d'isolement des circuits électriques de l'appareil ;
- Le vieillissement de l'appareil qui se manifeste par la diminution du champ magnétique des aimants permanents dans les appareils magnétoélectriques.
- La température en dilatant les pièces mécaniques et la résistance des conducteurs.
- ***1.2.4. Rapidité d'indication***
- C'est la qualité que possède un appareil à donner dans un temps minimal la valeur de la grandeur à mesurer ou ses variations.

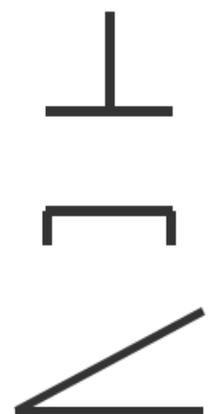
- ***1.2.5. Justesse***
- C'est la qualité d'un appareil à traduire la vraie valeur qu'il mesure.
- ***1.3. Normalisation***
- D'après l'UTE (Union Techniques de l'Electricité), la publication homologuée concernant les appareils de mesure à déviation est la C42-100.

### ***1.3.1 Indications données par le constructeur***

Les indications indispensables à une utilisation rationnelle de l'appareil, portées sur le cadran sont :

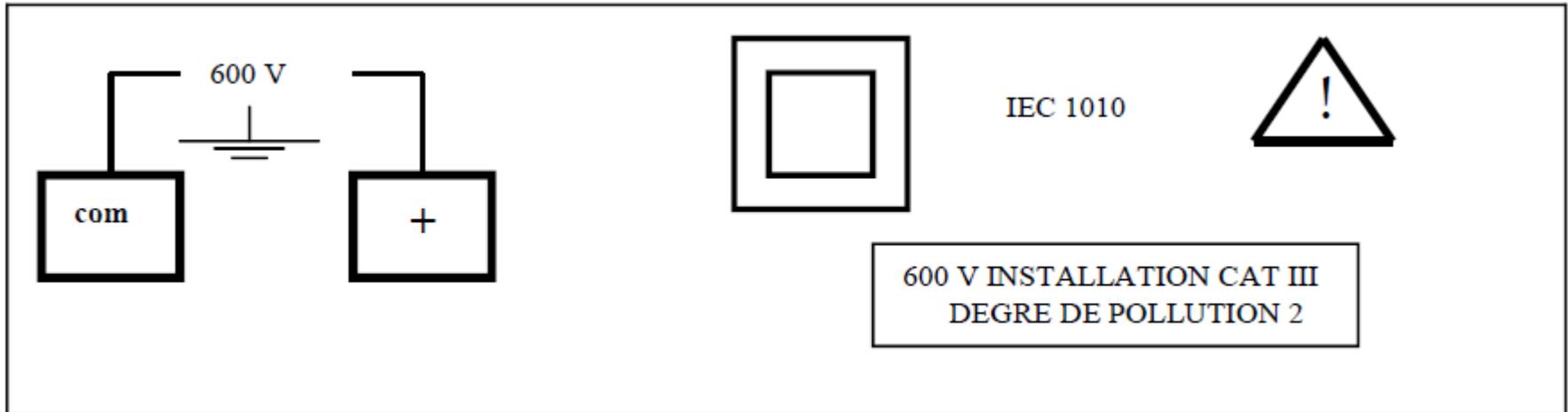
- Marque et modèle ;
- Indication de la nature du courant à mesurer ;
- Tension d'épreuve diélectrique ;
- Position d'utilisation du cadran (verticale, horizontale, inclinée) ;
- Classe de précision ;
- Principe de fonctionnement ;
- Domaine d'utilisation en fréquence ;
- La chute de tension pour le choix d'un shunt extérieur.

- Dans le tableau suivant, on résume les principaux symboles trouvés pour la plus part des appareils analogique :

Symbole	Signification		
	<b>Nature du courant :</b> Courant continu Courant alternatif Courant continu et alternatif	20 Hz .... 500 KHz	<i>Bande de fréquence</i> dans la quelle L'appareil peut fonctionner correctement
	<b>Tension d'isolement</b> entre les deux bornes de l'appareil est 2 KV  <b>Tension d'isolement</b> entre les deux bornes de l'appareil est 500 V	0.5  1  2	<i>Classe de précision</i> de l'appareil est de 0.5% du calibre  <i>Classe de précision</i> de l'appareil est de 1% du calibre  <i>Classe de précision</i> de l'appareil est de 2% du calibre
	<b>Position de lecture :</b>  Verticale  Horizontale  Inclinée		

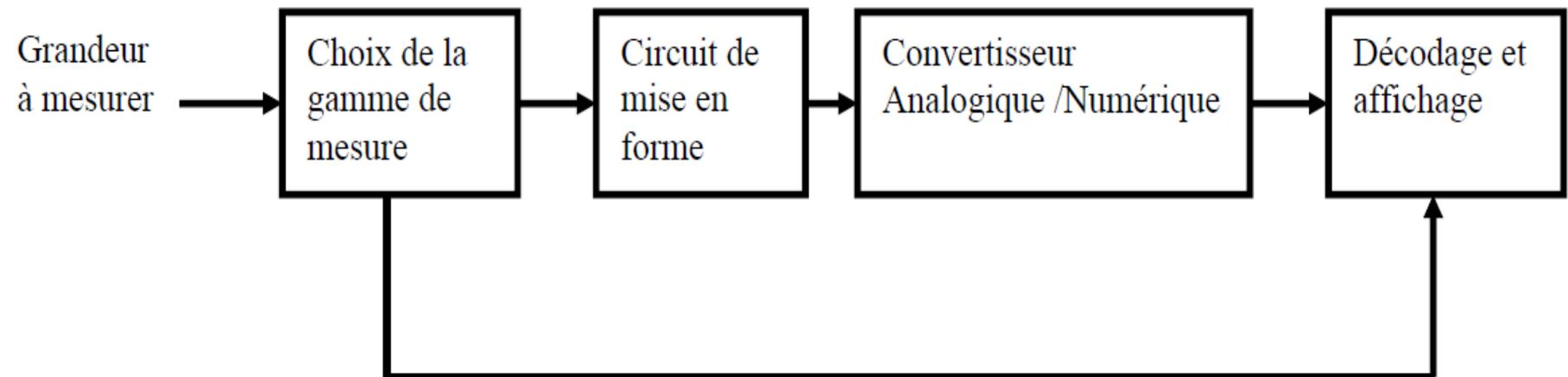
- **I.4 Sécurité des appareils de mesure :**
  - Les appareils de mesure doivent être conformes aux normes de sécurité qui leur sont applicables et doivent porter le marquage **CE** qui atteste la conformité à la directive **CEM** et à la directive basse tension. Le marquage de l'appareil doit comporter :
    - la valeur assignée de la tension phase - neutre,
    - la catégorie d'installation,
    - le degré de pollution.
- CEM** : signifie compatibilité électromagnétique.

- Exemple : cette figure présente les faces avant et arrière d'un multimètre



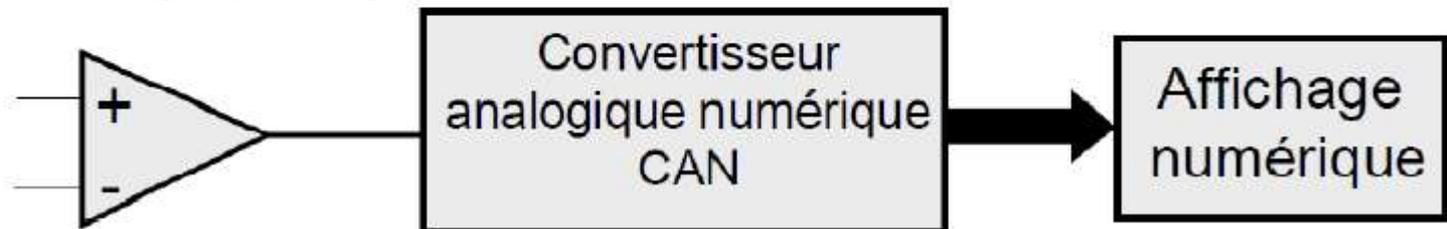
- L'appareil de l'exemple précédent est conforme à la norme IEC 1010 avec :
  - double isolation , 
  - degré de pollution 2,
  - tension phase - terre 600 V.

- **II. Les appareils de mesure numériques**
- **II-1 Schéma synoptique d'un appareil de mesure numérique :**
- Les appareils de mesure numériques sont de plus en plus utilisés du fait de leur fiabilité, leur précision, leur robustesse et leur facilité de lecture.
- Le schéma synoptique général d'un appareil de mesure numérique est donnée par le schéma fonctionnel suivant :

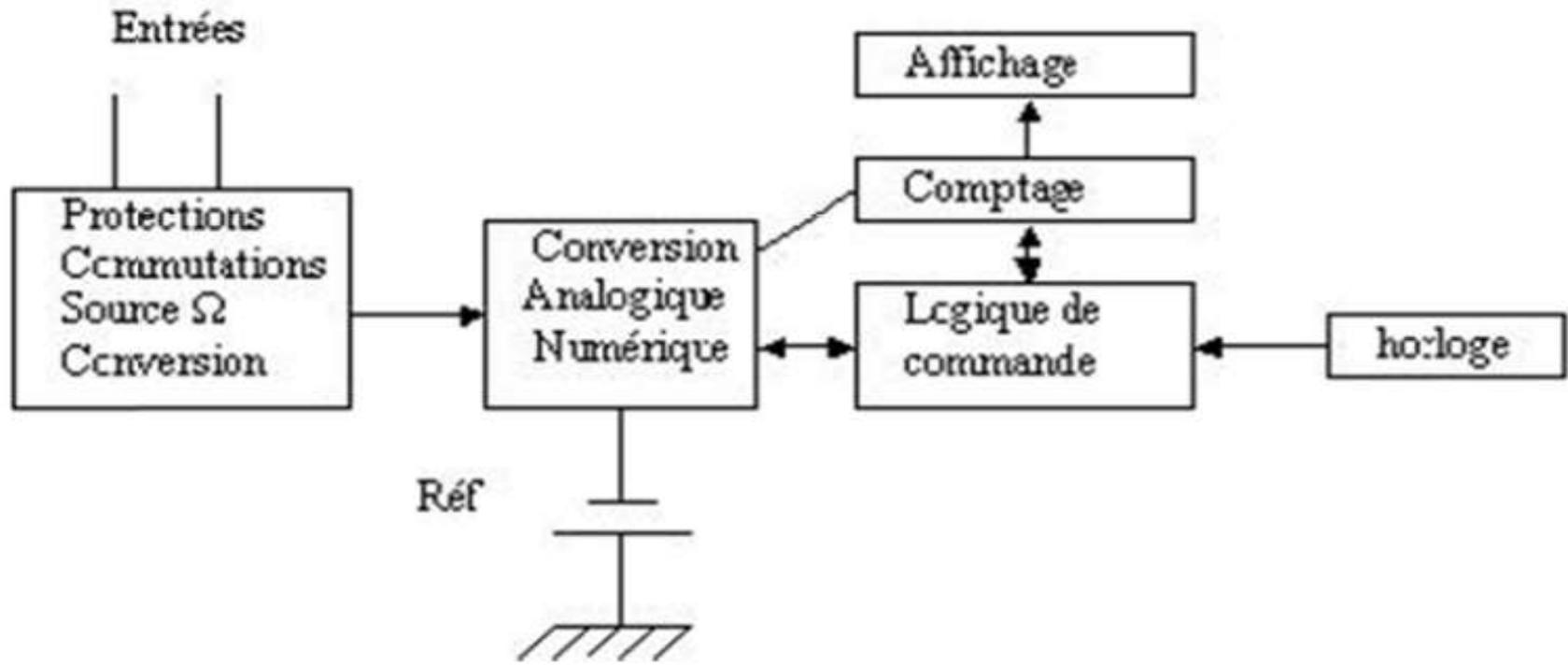


- **II-2 Principe de fonctionnement d'un appareil de mesure numérique**
- Le principe est de convertir une grandeur analogique en une valeur numérique pouvant être affichée. ce principe est illustré par cette figure:

Etage d'entrée  
(gain – impédance)



- Ce circuit transforme le signal reçu en une tension mesurable par le convertisseur analogique/numérique (CAN). Ce dernier compare la tension analogique à une tension de référence et fournit sa valeur numérique sous forme d'un nombre d'impulsions, à un compteur qui affichera le résultat. L'ensemble est piloté par un circuit de commande, une horloge assurant le déroulement successif des opérations de conversion et de comptage.



## • **II.3 Vocabulaire propre aux techniques numériques**

- Les principales définitions utilisées par les constructeurs des appareils numériques sont :
- **Information** : Ce terme désigne la donnée physique à l'entrée de l'appareil
- **Signal** : C'est la grandeur électrique ( courant ou tension) image de l'information.
- **Nombre de points** : ( **N** ) Il correspond au nombre de valeurs différentes que peut afficher l'appareil dans une gamme de mesure.
- exemple : pour un appareil à 4 afficheurs, le nombre de points de mesure est  $N = 10^4$  .

- **Pas de quantification** : (  $q$  ) la plus petite valeur différente de 0 dans la gamme de mesure ( exemple : pour un appareil de mesure à 4 afficheurs, utilisé dans la gamme de 10 V, le pas de quantification est  $q = 10/N = 1 \text{ mV}$  ).
- **Résolution(dgt)** : C'est la valeur du pas de quantification dans la gamme.
- **Résolution** =  $q = \text{gamme de mesure} / \text{nombre de points } N$ .
- **Précision(accuracy)** : La précision d'un appareil dépend de la résolution de l'appareil, de la qualité des composants, Egalement, elle permet de calculer l'erreur totale sur la mesure.
- ( Exemple : gamme 2 V ; Résolution 1 mV ; précision  $\pm 0.1\% + 2 \text{ dgt}$  ; lecture 1V. La précision de cette mesure sera  $\pm 0.1\% * 1V + 2 * 1\text{mV} = 3 \text{ mV}$  ).