

# Capteurs & Métrologie

## Généralités sur les capteurs

### 4) Classification des capteurs

- Classement en fonction du type de grandeurs physiques à mesurer (mesurande)

#### Capteurs mécaniques

- Déplacement, Force, Masse, Débit,...etc.

#### Capteurs thermiques

- Température, Capacité thermique, Flux thermique,...etc

#### Capteurs électriques

- Courant, Tension, Charge, Impédance, ...etc.

#### Capteurs magnétiques

- Champ magnétique, Perméabilité, Moment magnétique,...etc.

#### Capteurs radiatifs

- Lumière visible, rayons X, micro-onde,...etc.

#### Capteurs chimiques

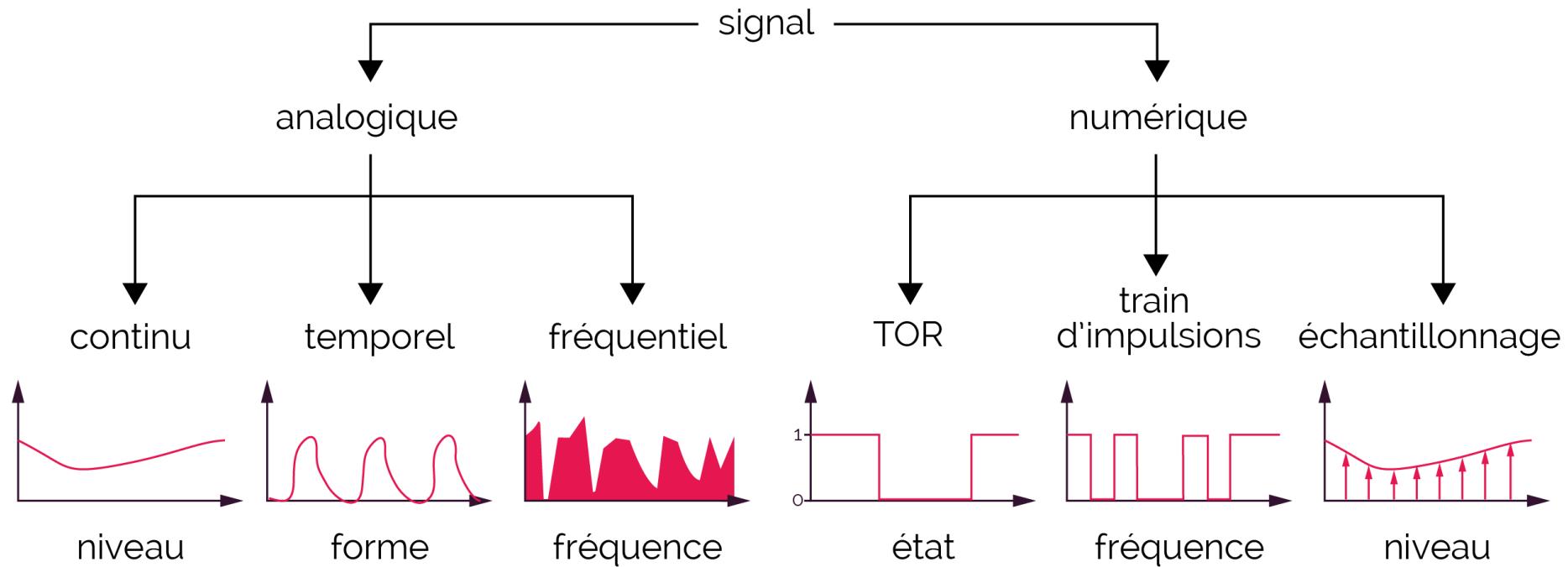
- Humidité, Gaz, Sucre, Hormone, ...etc

# Capteurs & Métrologie

## Généralités sur les capteurs

### 4) Classification des capteurs

- Classement en fonction du type du signal de sortie du capteur

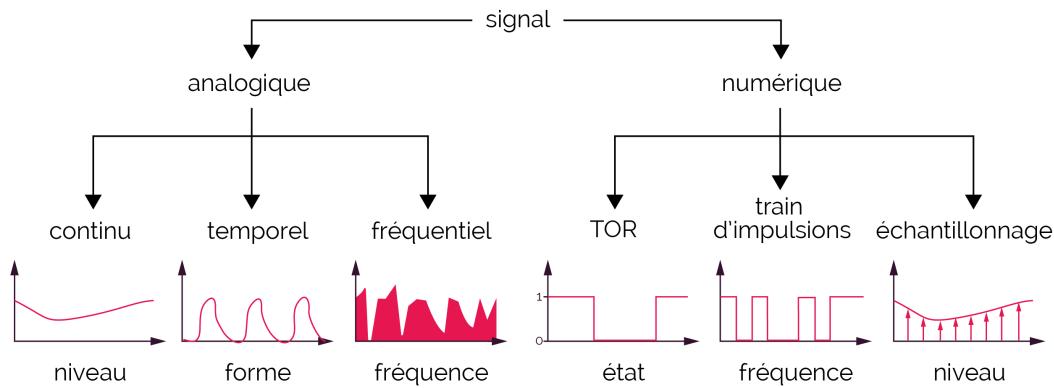


# Capteurs & Métrologie

## Généralités sur les capteurs

### 4) Classification des capteurs

- Classement en fonction du type du signal de sortie du capteur



**Continu**: Signal dont la variation est relativement lente, l'information utile est l'évolution de la grandeur dans le temps : Température, débit niveau...

**Temporel**: Signal caractérisé par sa forme, en général cyclique (périodique) : Pression cardiaque, courant alternatif...

**Fréquentiel**: Signal dont l'information utile est donné par le spectre fréquentiel : Analyse vocal sonar...

**TOR**: Signal à deux états stables représentant l'état d'un organe : Vanne ouverte ou fermée, fin de course activée ou non...

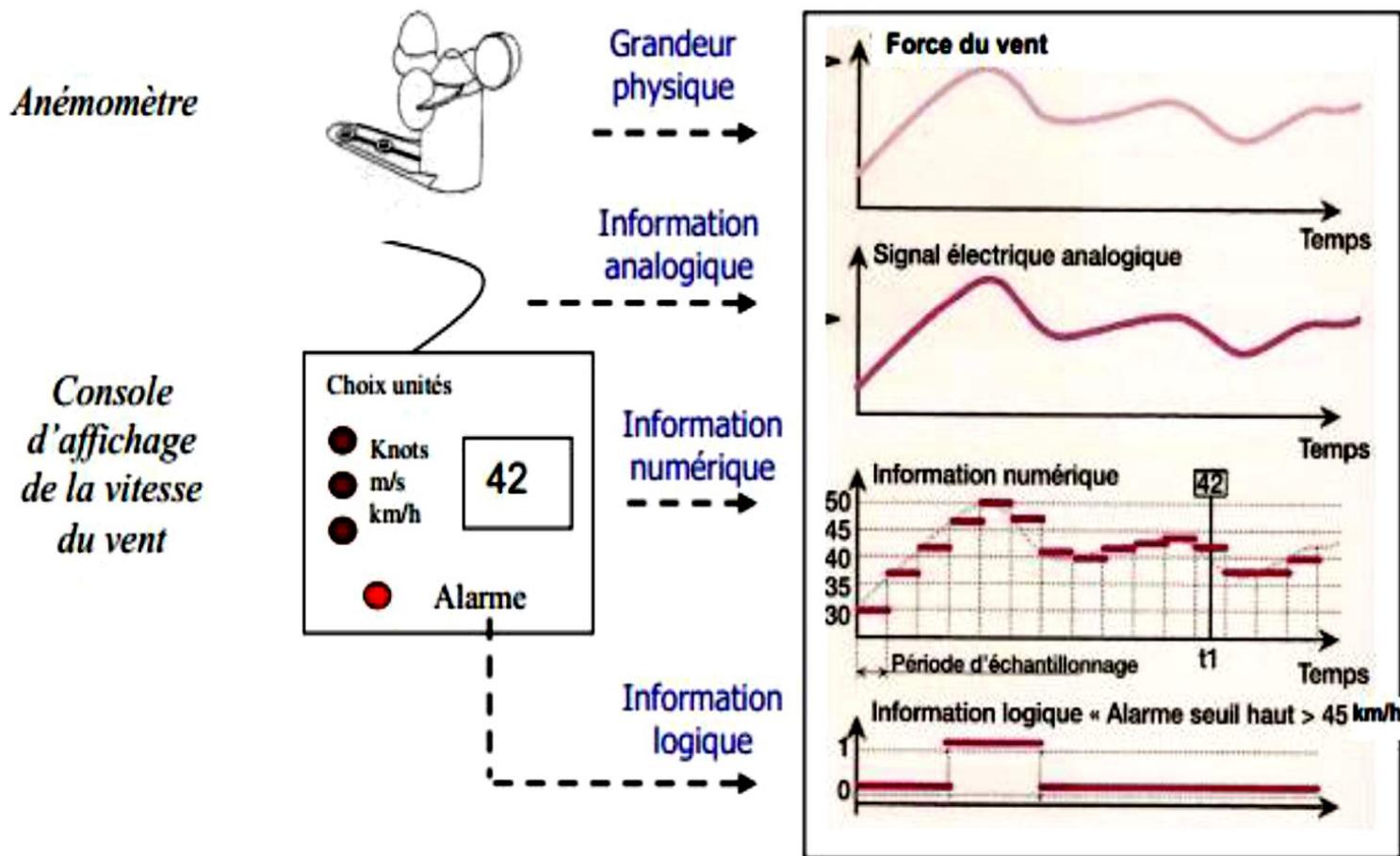
**Train d'impulsions**: Signal à deux états stables dont les changements d'état dans le temps constituent l'information utile : Codeur incrémental...

**Échantillonnage**: Image numérique d'un signal analogique, constitué d'échantillons prélevés à période constante : Son digital

# Capteurs & Métrologie

## Généralités sur les capteurs

### 4) Classification des capteurs

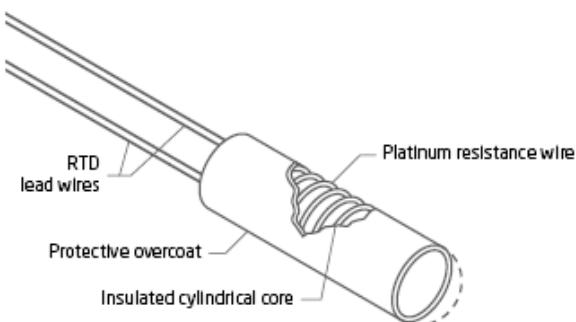


# Capteurs & Métrologie

## Capteurs de température

### 1) capteurs de température à résistance

Les capteurs de température à résistance fonctionnent sur le principe de la détection des variations de résistance électrique des métaux purs : **leur résistance varie de façon linéaire avec la température**. Les éléments types utilisés pour réaliser ces capteurs incluent le nickel (Ni) et le cuivre (Cu) mais le platine (Pt) est de loin le plus courant, en raison de l'étendue de sa gamme de températures, de sa précision et de sa stabilité.



$$RT = R_0 \times (1 + \alpha T)$$

**R**T résistance à la température

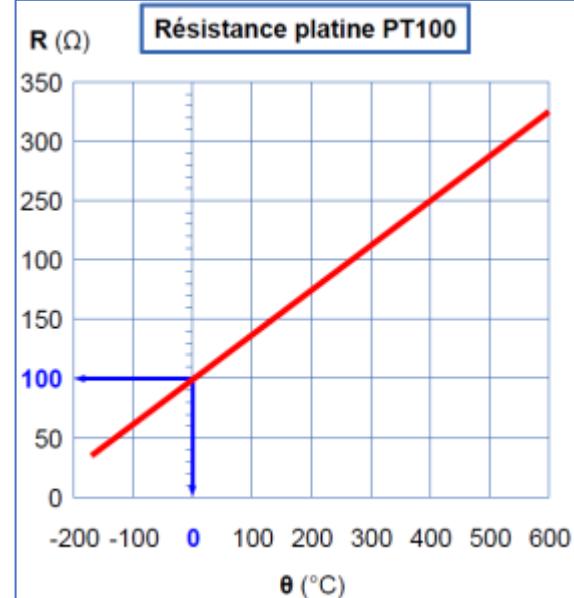
**R**<sub>0</sub> résistance à la température de 0 °C

**α** coefficient de température du métal

**T** température du métal en °Celsius

Préparé par : Dr. LAHRECH A. Ch.

La sonde « Pt » utilise comme principe physique la variation de résistance du **platine pur** en fonction de la température.

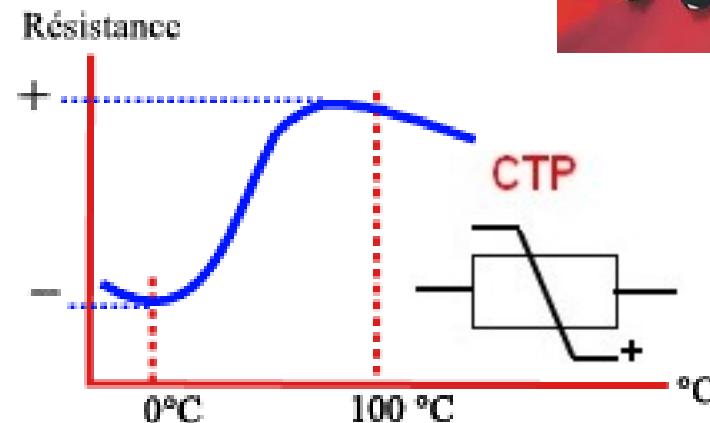
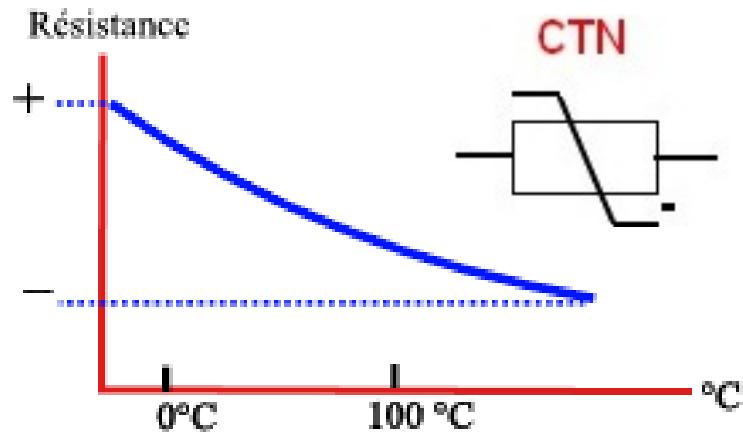


# Capteurs & Métrologie

## Capteurs de température

### 2) Thermistances

Un autre type de sonde est répandu : les thermistances. Ce terme est la contraction des mots « **thermique** » et « **résistance** », et comporte un **semi-conducteur** dont la résistance **varie fortement avec la température**. On distingue deux types de thermistances : CTN (Coefficient de Température Négatif) et les thermistances CTP (Coefficient de Température Positif).



- Les thermistances CTN (Coefficient de Température Négatif, en anglais NTC, Negative Temperature Coefficient) sont des résistances électriques dont la valeur ohmique diminue avec la température.

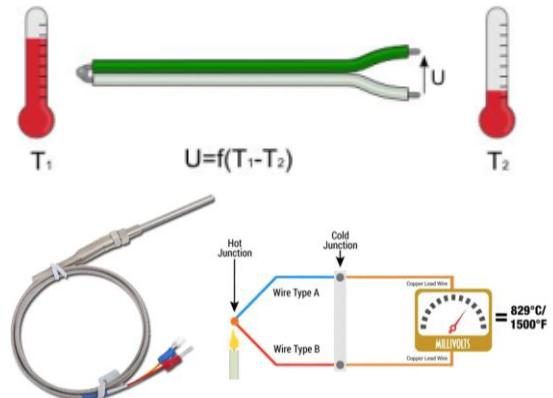
- Les thermistances CTP (Coefficient de Température Positif, en anglais PTC, Positive Temperature Coefficient) sont des résistances électriques dont la valeur ohmique augmente avec la température dans une plage de température limitée.

# Capteurs & Métrologie

## Capteurs de température

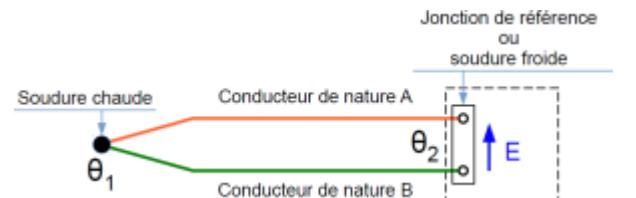
### 3) Thermocouples

En physique, les **thermocouples** sont utilisés pour la mesure de **températures**. Ils sont bon marché et permettent la mesure dans une grande gamme de températures. Leur principal défaut est leur précision : il est relativement difficile d'obtenir des mesures avec une erreur inférieure à 0,1-0,2 °C. La mesure de température par des thermocouples est basée sur **l'effet Seebeck**.



Type	Matériaux		Code couleur	Gamme de température	
	Fil positif	Fil négatif		Minimum	Maximum
J	Fer	Constantan (nickel-cuivre)		-40 °C	750 °C
K	Chromel (nickel-chrome)	Alumel (nickel-aluminium)		-40°C	1000°C
T	Cuivre	Constantan (nickel-cuivre)		-40°C	350 °C
E	Chromel (nickel-chrome)	Constantan (nickel-cuivre)		-40°C	900 °C

Le **thermocouple** est constitué de **deux** conducteurs de **métaux différents** raccordés à l'une de leurs extrémités. Lorsque la jonction est **chauffée** ou réfrigérée il **apparaît une tension de quelques mV** aux bornes des conducteurs.



$$E = S_{AB} \times (\theta_1 - \theta_2) \quad \text{avec } S_{AB} : \text{ coefficient de Seebeck } (\text{mV}/\text{°C})$$

La tension « E » de l'ordre de quelques dizaines de mV.

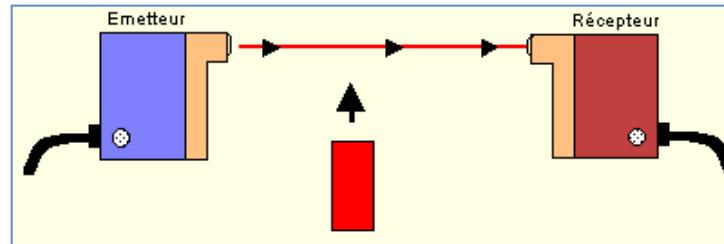
# Capteurs & Métrologie

## Capteurs de proximité opto-électronique (ou photo électrique)

Un détecteur **photoélectrique** réalise la détection d'une cible, qui peut être un objet ou une personne, au moyen d'un faisceau lumineux. Les détecteurs photoélectriques se composent essentiellement d'un **émetteur de lumière associé à un récepteur photosensible**. La détection est effective quand l'objet pénètre dans le faisceau lumineux et modifie suffisamment la quantité de lumière reçue par le récepteur pour provoquer un changement d'état de la sortie. Elle est réalisée selon deux procédés (blocage du faisceau par la cible /renvoi du faisceau sur le récepteur par la cible).

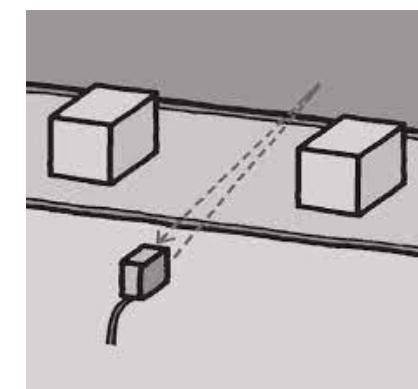
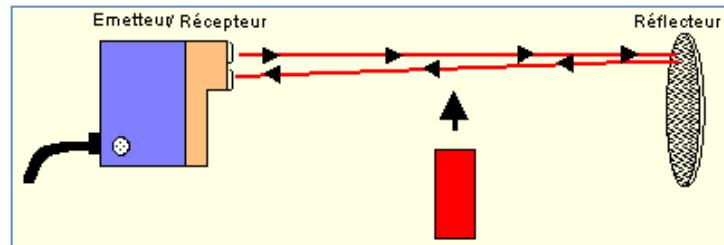
### Type barrage

Ici le signal est envoyé lorsque le faisceau est coupé par l'objet à détecter.



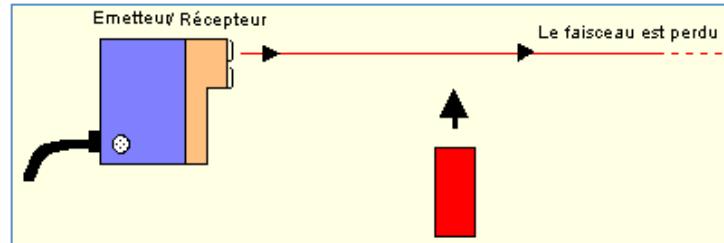
### Type reflex

On dispose un émetteur récepteur et un réflecteur. Lorsque l'objet coupe le faisceau, celui-ci n'est plus renvoyé vers le récepteur. Cela déclenche le signal de sortie.



### Type reflex direct

Ici, c'est l'objet qui fait office de réflecteur. Lorsque l'objet passe devant le faisceau, celui-ci est renvoyé vers l'émetteur-récepteur qui va émettre un signal de sortie.



# Capteurs & Métrologie

## Capteurs de proximité inductifs ou magnétiques

### Définition du capteur inductif

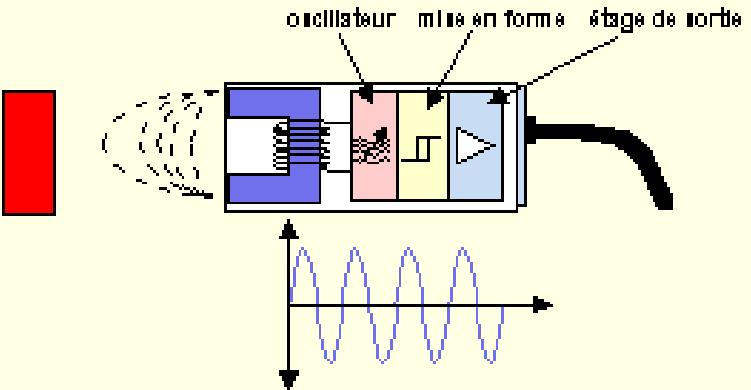
Appelés également **détecteurs de proximité**, les capteurs inductifs sont généralement utilisés pour la **mesure de position ou de vitesse**, ou plus simplement pour de la **détection de présence**. Ils utilisent les propriétés du courant électrique alternatif qui génère un champ électromagnétique oscillant.



### Fonctionnement du capteur inductif

Les détecteurs de proximité inductifs fonctionnent de la manière suivante :

1. Les capteurs inductifs sont équipés à leur face avant d'un oscillateur.
2. Quand un objet métallique (donc conducteur) vient à proximité de ce champ magnétique, celui-ci se modifie. C'est ce qu'on appelle un **courant d'induction** (ou courant induit).
3. Plus l'objet est près de la source du champ magnétique, plus l'amplitude des oscillations diminuent. À partir d'un certain seuil, un signal de sortie est généré et le capteur commute, indiquant donc la présence de l'objet métallique.
4. Selon le seuil paramétré dans le capteur, il est possible de connaître la distance à laquelle se situe l'objet métallique détecté.



- Détection de position des pièces de machines (cames, butées, ...),
- Comptage d'objets métalliques,
- Déclenchement d'un processus.

# Capteurs & Métrologie

## Capteur de proximité capacitif

### Définition du capteur capacitif

Un capteur de proximité capacitif est un capteur qui peut détecter un objet en utilisant la propriété électrique, **capacitance**. Ils sont largement utilisés pour détecter et mesurer des objets/fluides qui ont une constante diélectrique plus élevée que l'air. Cela inclut tout ce qui est conducteur ou non conducteur.



- Un condensateur sont constitués de deux plaques conductrices avec un matériau diélectrique remplissant l'espace. En fonction de la largeur diélectrique, leur capacité (capacité à stocker la charge électrique) change.
- Un capteur de proximité capacitif suit le même principe, une seule des plaques est désormais l'objet que l'on veut détecter. Le fait d'approcher un objet de la face de détection provoque une modification de la capacité. Le capteur peut alors mesurer le changement et déterminer si l'objet est proche.
- Le premier étage du capteur est le condensateur lui-même. Lorsqu'un objet est près de la face de détection, il forme un condensateur. L'air entre eux devient le matériau diélectrique. A l'intérieur du capteur, il y a un circuit oscillateur. Cela peut être soit un RC or Oscillateur LC circuit.

