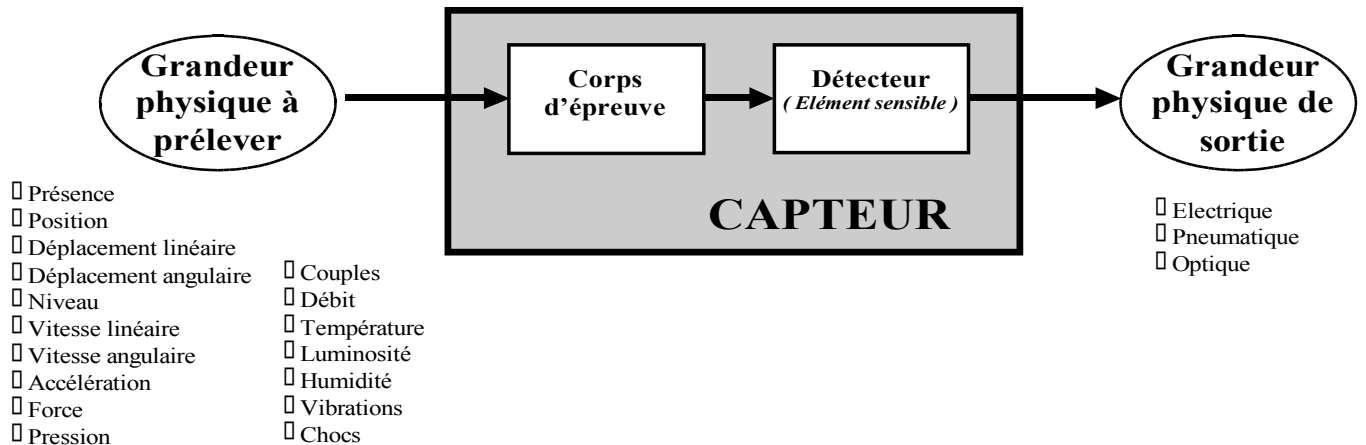


LES CAPTEURS

1 DÉFINITION

Un capteur est un organe de prélèvement d'informations qui élabore à partir d'une grandeur physique (*Information entrante*) une autre grandeur physique de nature différente (*Information sortante : très souvent électrique*). Cette grandeur, représentative de la grandeur prélevée, est utilisable à des fins de mesure ou de commande.



Un capteur est composé de 2 éléments :

- Corps d'épreuve
- Détecteur (Élément sensible).

On distingue :

- **Les capteurs passifs** : ils nécessitent une alimentation en énergie électrique.
- **Les capteurs actifs** : ils utilisent une partie de l'énergie fournie par la grandeur physique à mesurer.

2 LES DIFFÉRENTS TYPES DE CAPTEURS

Dans la très grande majorité des cas, les signaux issus d'un capteur seront électriques, ce qui veut dire qu'ils peuvent être des tensions comme des courants.

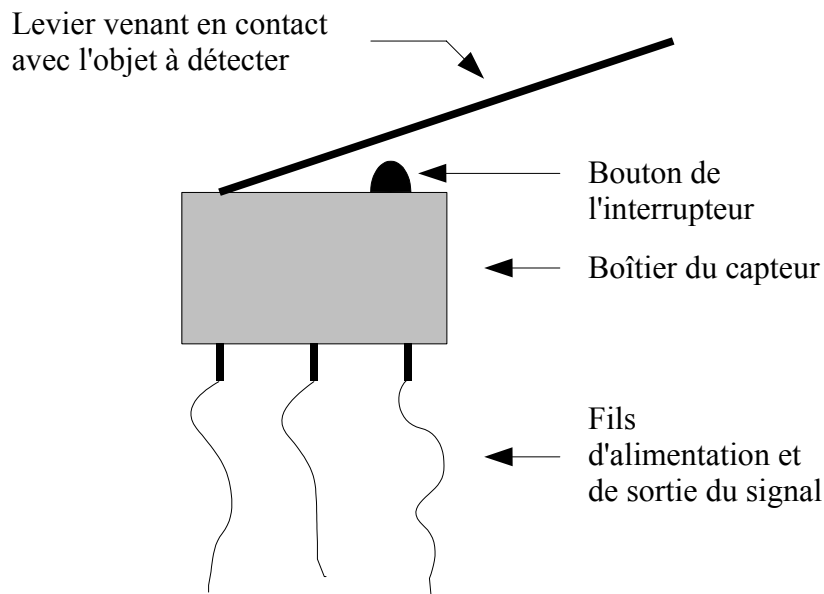
Il peut y avoir trois types de signaux de sortie différents :

- Signal binaire ;
- Signal analogique ;
- Signal numérique.

2.1 LES CAPTEURS TOR (TOUT OU RIEN)

Ils génèrent un signal de type binaire (donc deux états). L'avantage est qu'ils sont peu coûteux mais ils sont spécialisés dans un type précis de mesure. Par exemple ils peuvent dire si une pièce est présente ou non, si le tapis roulant est bien en fonctionnement, si l'appareil se trouve à 20 cm ou pas d'un mur. Ils ne permettent pas de mesurer sur toute une plage.

Exemple 1 Capteur avec contact



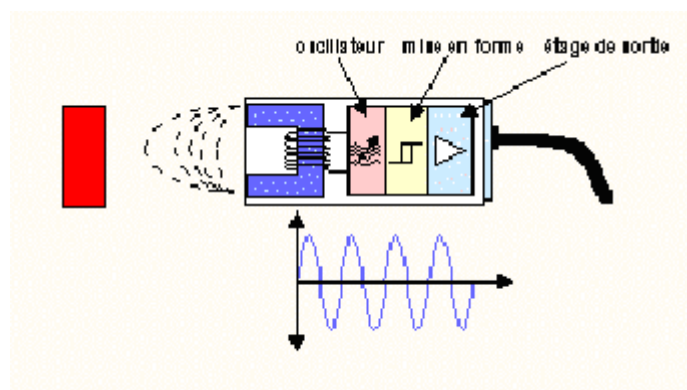
Ce type de capteur est extrêmement répandu. Lorsque le levier rentre en contact avec l'objet celui-ci va actionner le bouton (évident...). Le signal est aussitôt envoyé à l'unité centrale.

Il existe une multitude de capteurs de ce type. Certains ne possèdent pas de levier, d'autre une roulette avec des géométries différentes.

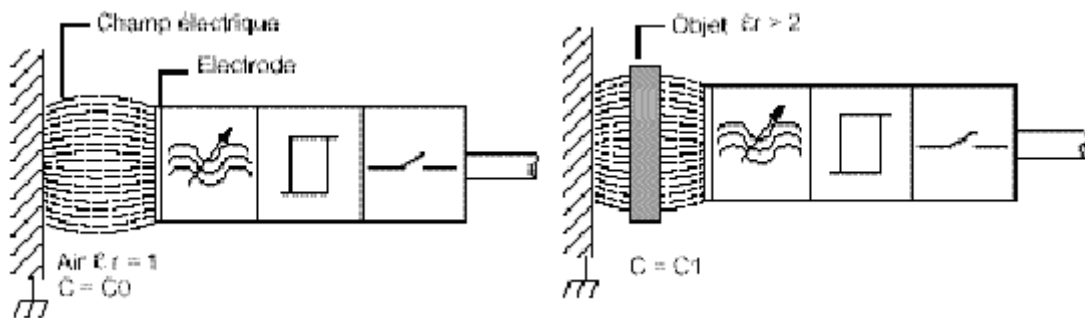
Exemple 2 Capteur sans contact

Dans d'autres cas, on souhaite ne pas avoir de contact. Il y a plusieurs technologies :

- **Détecteurs inductifs**: ils sont sensibles aux matériaux conducteurs. Lorsqu'on approche une pièce métallique du détecteur, cela va modifier le champ magnétique qu'ils produisent. Au delà d'un certain seuil, cela va modifier le signal de sortie -> l'objet a été détecté.



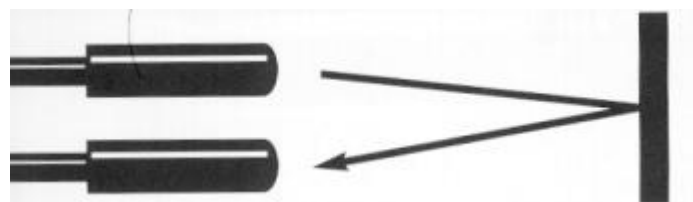
- **Détecteur capacitif :** ici l'effet utilisé est la caractéristique d'un condensateur. Pour rappel, un condensateur est simplement deux matériaux conducteurs que l'on met en présence l'un de l'autre mais sans contact. Ce condensateur possède une « capacité » dont la valeur dépend de la géométrie du capteur. Si on vient mettre une pièce entre les deux matériaux,



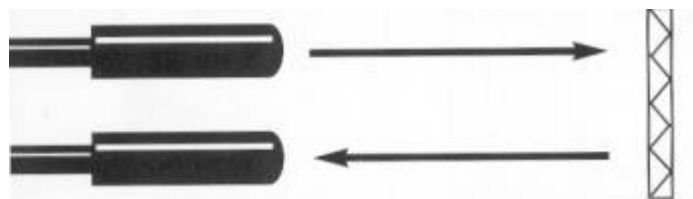
- **Détecteurs photoélectriques:** Ils comportent une source de lumière et un récepteur photosensible. Ils permettent de déceler sans contact tous les matériaux opaques. On peut les utiliser de différentes manières (voir ci-dessous) :



En face à face direct (15 m)



Par réflexion (10 m)

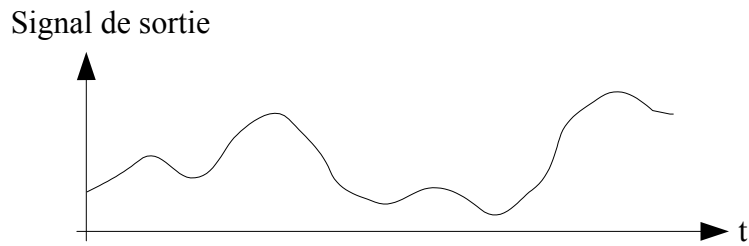


Par proximité (2 m)

Il faut souligner tout de même qu'en général la détection sans contact ne se fait que sur des petites distances.

2.2 LES CAPTEURS ANALOGIQUES

La grandeur de sortie est en relation directe avec la grandeur d'entrée. Dans ce cas le capteur doit être linéaire (voir plus loin) sinon nous aurions un signal déformé. L'avantage est que nous avons la possibilité de mesurer sur toute une plage et non pas simplement un seuil.



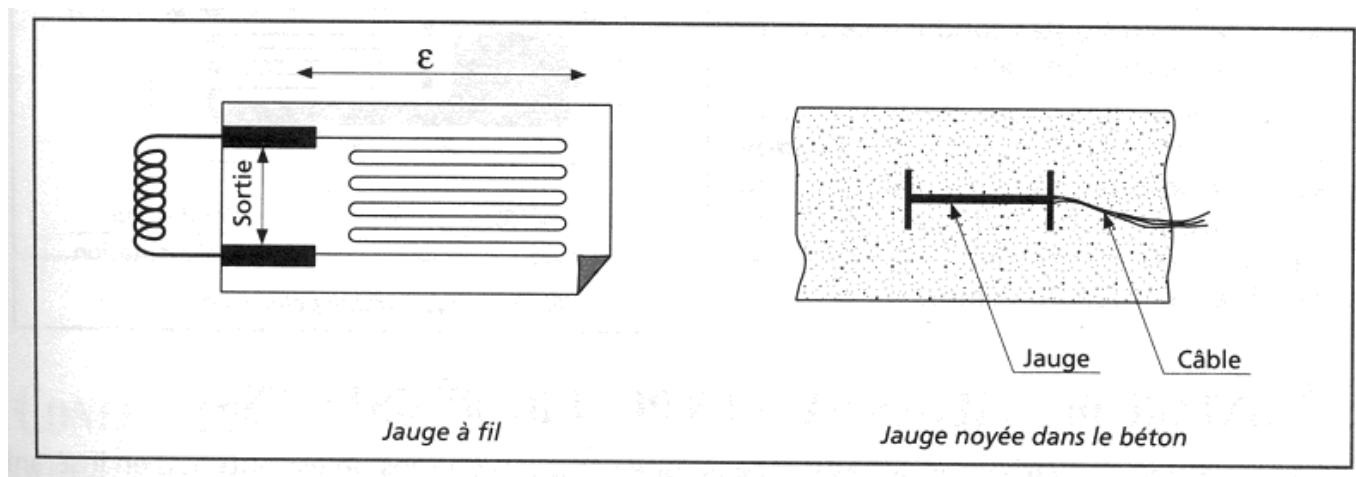
Exemple Les capteurs à jauge

Un matériau soumis à une force ou une pression subit **des contraintes mécaniques produisant des déformations**. Les principales contraintes sont dues aux sollicitations de traction, de compression, de flexion, de torsion ou de cisaillement.

La **déformation** est exprimée par le rapport entre la variation d'une dimension et sa valeur initiale. Les jauges de contraintes, parfois nommés jauges électriques d'extensiométrie, sont les éléments sensibles d'un capteur dans lequel une modification dimensionnelle est traduite par une variation de résistance. Le corps d'épreuve est une pièce mécanique qui se déforme sous l'influence du phénomène à étudier, par exemple une force, une pression, une accélération. Les jauges, convenablement collées sur ce corps d'épreuve, subissent les mêmes déformations.

Cette jauge, constitué d'un fil très fin collé sur un support très mince (voir figure ci-dessous), est elle-même collée sur la structure à étudier (corps d'épreuve). Pour qu'elle subisse les mêmes déformations que celle-ci le collage doit être parfait.

Le fil, dans la majeure partie de sa longueur, est distribué parallèlement à la déformation à mesurer ; ainsi par exemple, dans le cas d'une traction simple, la variation de la résistance du fil donne une image fidèle de l'allongement du corps d'épreuve.

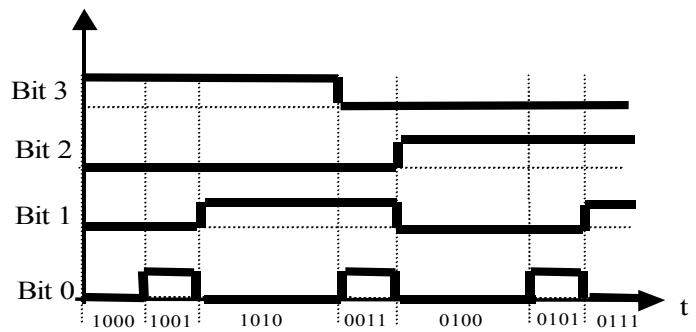


La jauge convertit une variation de longueur en une variation de résistance.

2.3 LES CAPTEURS NUMÉRIQUES

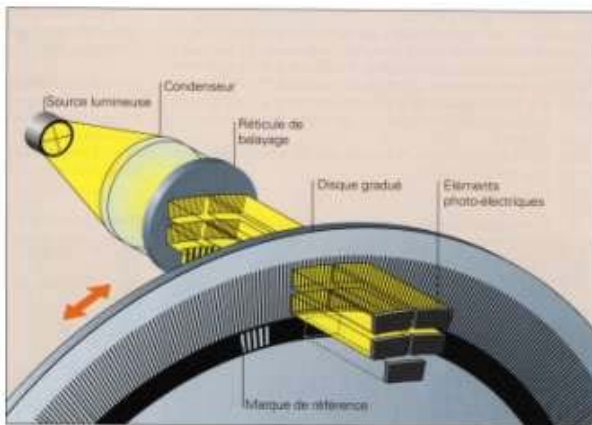
Ce type de capteur délivre en sortie une information électrique à caractère numérique, image de la grandeur physique à mesurer, c'est à dire ne pouvant prendre qu'un nombre limité de valeurs distinctes (comme tout signal numérique...). Le signal de sortie peut être récupéré en série ou en parallèle.

Exemple d'un signal en sortie d'un capteur numérique dont le nombre binaire (codée sur 4 bits) est caractéristique de la grandeur à capter.



Exemple 1 Codeur Incrémental

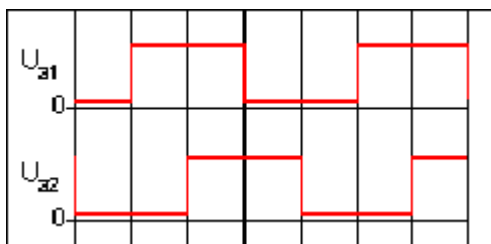
Les capteurs incrémentaux sont destinés à des applications de positionnement et de contrôle de déplacement d'un mobile par comptage et décomptage des impulsions qu'ils délivrent. Leur tambour entraîne un codeur incrémental intégré, générant des signaux de comptage, au moyen d'un disque comportant deux pistes. Ces signaux vont ensuite être comptés ou décomptés par un compteur. Le résultat du compteur (en binaire) donne la position de l'arbre.



La piste extérieure : (voie A ou voie A et B) est divisée en « n » intervalles d'angles égaux alternativement opaques et transparents, « n » s'appelant **la résolution** ou nombre de périodes ; c'est en effet le nombre d'impulsions qui seront délivrées par le capteur pour un tour complet du tambour supportant le disque codé.

En pratique N est déterminé en fonction de la circonférence du tambour, l'unité de mesure du capteur et la précision recherchée.

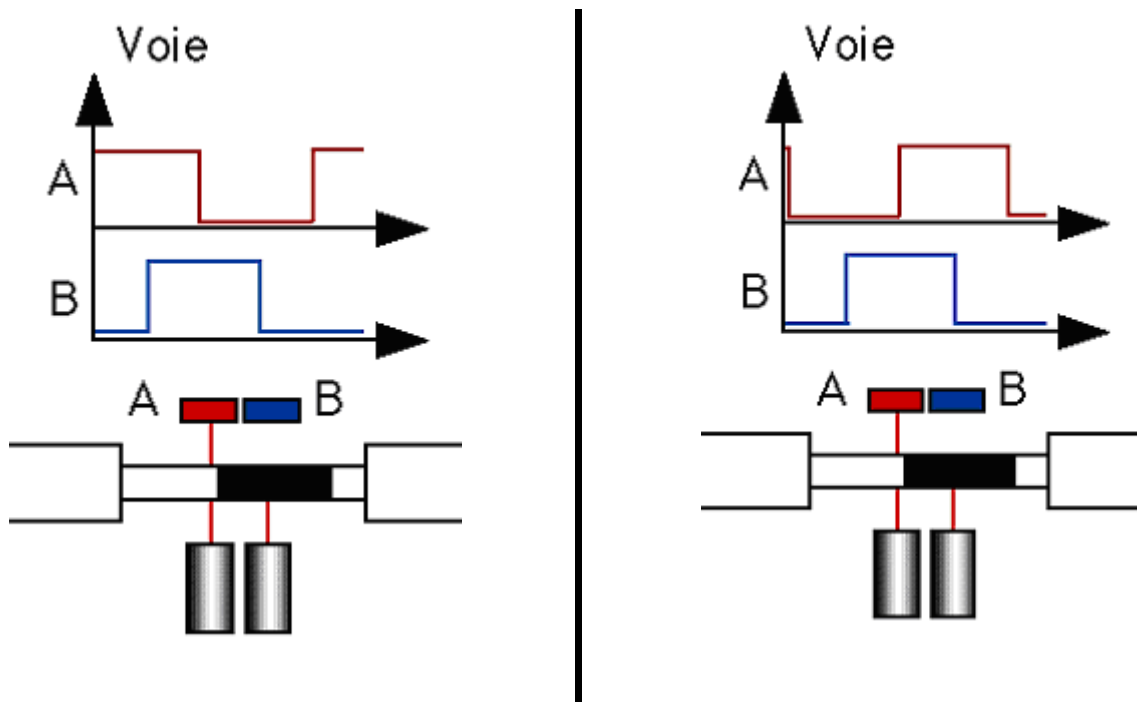
La piste intérieure ne délivre qu'une seule impulsion par tour (remise à zéro).



Derrière les piste sont installées des photodiodes qui délivrent des signaux carrés A et B en quadrature, ainsi que le ZERO, après mise en forme. Le déphasage de 90° électriques des signaux A et B permet de déterminer le sens de rotation.

Le déphasage de 90° électriques des signaux A et B permet de déterminer le sens de rotation :

- dans un sens pendant le front montant du signal A, le signal B est à 0.
- dans l'autre sens pendant le front montant du signal A, le signal B est à 1.



L'utilisation d'un codeur incrémental nécessite une mise à zéro du compteur à sa mise sous tension. Cela paraît évident puisqu'on ne sait pas dans quel état est le compteur au départ.

Exemple 2 Le codeur absolu

Comme ci-dessus, les codeurs absolus sont utilisés pour le contrôle de positionnement. La différence est qu'ici nous n'avons pas besoin de remettre à zéro un compteur puisqu'il n'y en a pas.

Le codeur absolu génère le code correspondant à la position du mobile, moyennant un disque en matériau incassable codé en **GRAY**, qui tourne de manière solidaire avec son axe d'entraînement.



Ci-contre on peut voir un disque utilisé dans un codeur absolu. Si on compte le nombre de pistes, on peut remarquer qu'il en a 10.

On peut donc avoir 2^{10} positions angulaires différentes. Comme nous avons 360° (j'espère que je ne vous apprend rien...), nous avons une résolution de $0,35^\circ$.

Pour obtenir une meilleure résolution, il faut faire des compromis entre la taille des pistes et le rayon du disque.

L'arbre est accouplé à un codeur absolu multitours intégré, délivrant des informations en mode parallèle ou série. En mode parallèle le code fourni est immédiat mais nécessite un nombre de conducteurs élevé entre le capteur et l'unité de traitement. En règle général dès que ce nombre dépasse 10, il est conseillé de s'orienter vers une liaison série.

En mode série le nombre de conducteurs nécessaires à la transmission du code se limite en général à 4 (deux paires) et s'effectue en mode RS485.

Les codeurs optiques ont des performances très élevées (résolution, vitesse et durée de vie). Ils trouvent leurs applications dans les milieux industriels perturbés :

- ✓ Machines-outils à commande numérique.
- ✓ Robots industriels.
- ✓ Plus généralement, tous servomécanismes.