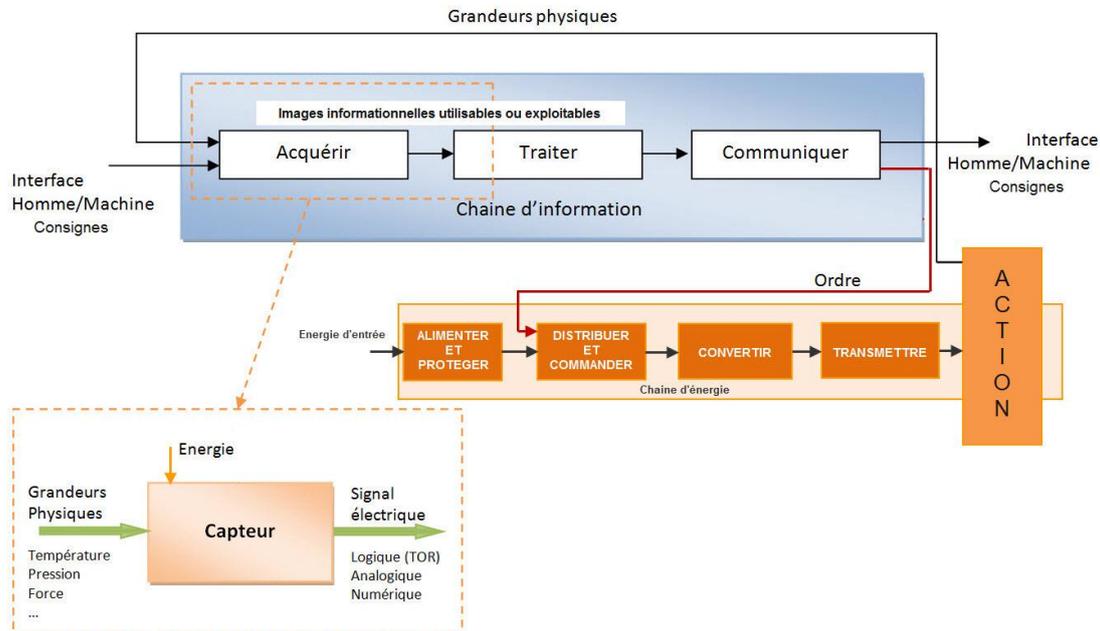


### 1. Introduction



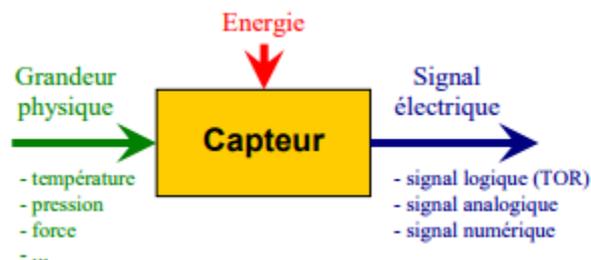
La chaine d'information d'un système pluri-technique reçoit :

- Des consignes provenant de l'utilisateur
- Des mesures des paramètres de fonctionnement du système et/ou des mesures de grandeurs physiques prises dans l'environnement du système.

La fonction « Acquérir les informations » a pour but d'agir sur ces grandeurs d'entrée et de les transformer en signaux utilisables par la fonction « Traiter les informations ».

### 2. Les capteurs

Un capteur est un composant de prélèvement d'information qui élabore à partir d'une grandeur physique, une autre grandeur physique de nature différente (généralement électrique).



Les capteurs sont caractérisés par les éléments suivants :

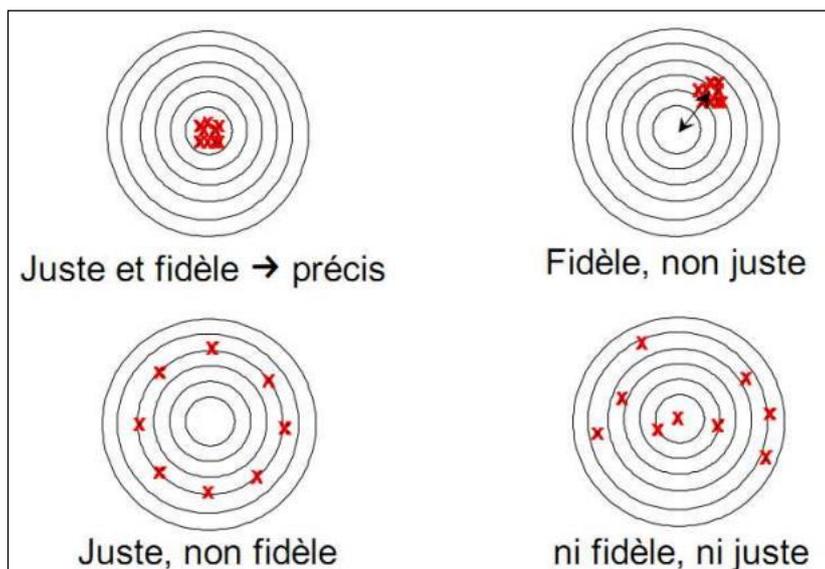
- **Etendue de la mesure** : valeurs extrêmes pouvant être mesurées par le capteur
- **Résolution** : plus petite variation de grandeur mesurable par le capteur
- **Sensibilité** : variation du signal de sortie par rapport à la variation du signal d'entrée (exemple : le capteur de température LM35 a une sensibilité de 10mV/°C)
- **Précision** : aptitude du capteur à donner une mesure proche de la valeur vraie
- **Rapidité** : temps de réaction du capteur.
- **Linéarité** : un capteur est linéaire si sa sensibilité est constante.

### 3. Définition des éléments liés à la mesure

- Le **mesurage** : c'est l'ensemble des opérations ayant pour but de déterminer la valeur d'une grandeur.
- La **mesure** ( $x$ ) : c'est l'évaluation d'une grandeur par comparaison avec une autre grandeur de même nature prise pour unité. Exemple : 2 mètres, 3 grammes, 6 secondes, ...
- La **grandeur** ( $X$ ) : c'est le phénomène physique que l'on cherche à mesurer. Exemple : pression, température, vitesse, ...
- **L'incertitude** ( $dx$ ) : c'est l'écart qui provient des différentes erreurs liées à la mesure. Exemple : 3 cm +/- 10% ou 3cm +/- 3 mm, ...
- **L'erreur absolue** ( $\varepsilon$ ) : c'est l'écart entre la mesure et la grandeur :  $\varepsilon = x - X$ . Exemple : une erreur de 10 cm sur une mesure de distance.
- **L'erreur relative** ( $\varepsilon_r$ ) : c'est le rapport de l'erreur de mesure à une référence. Elle s'exprime généralement en pourcentage de la grandeur mesurée :  $\varepsilon_r = \varepsilon / X$ . Exemple : une erreur de 10% sur une erreur de distance.

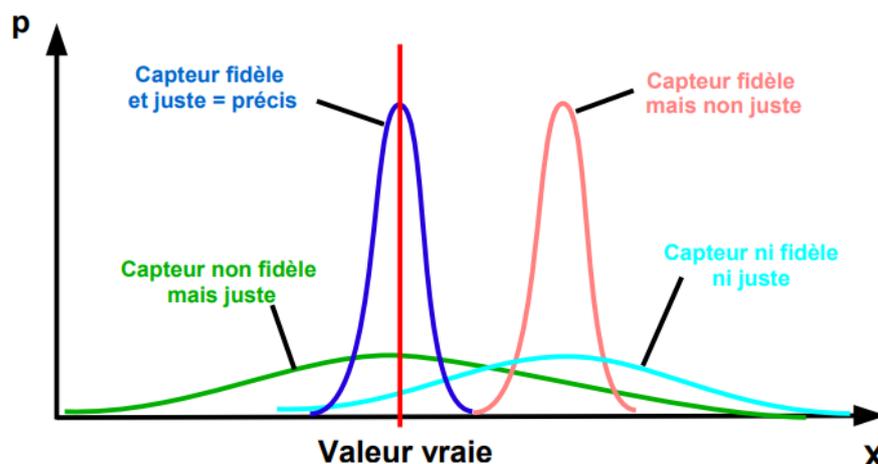
### 4. Les erreurs de mesure

Trois caractéristiques métrologiques définissent les erreurs de mesure : la justesse, la fidélité et la précision. Un capteur est précis s'il est juste et fidèle.



**Justesse** : un capteur est juste si ses valeurs ne changent pas quand on les compare à des valeurs étalon ou à des valeurs données par d'autres capteurs normalisés.

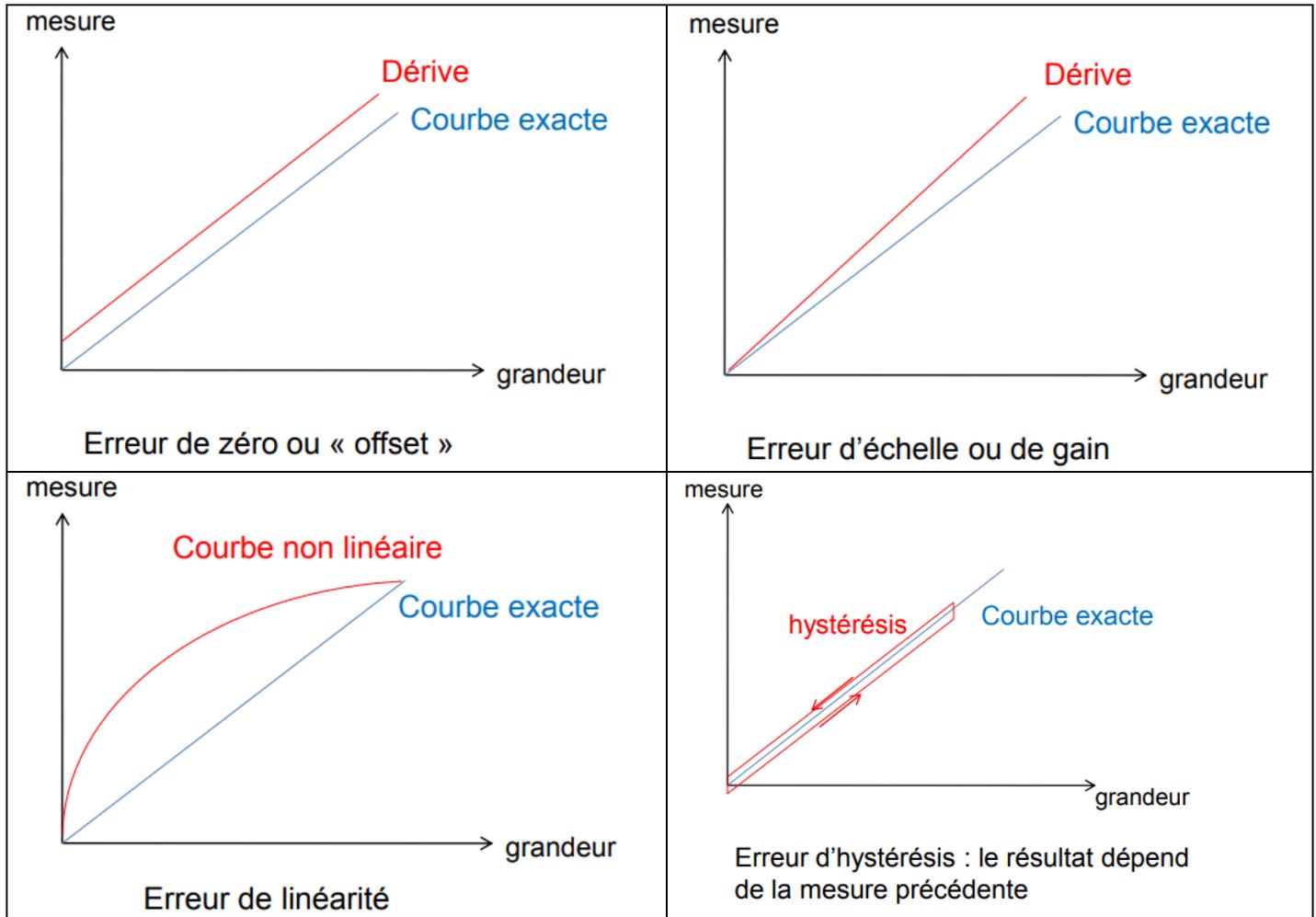
**Fidélité** : un capteur est fidèle si ses valeurs ne changent pas au cours du temps (mesures reproductibles).



$$\text{Evaluation de la précision : } P = \sqrt{J^2 + F^2}$$

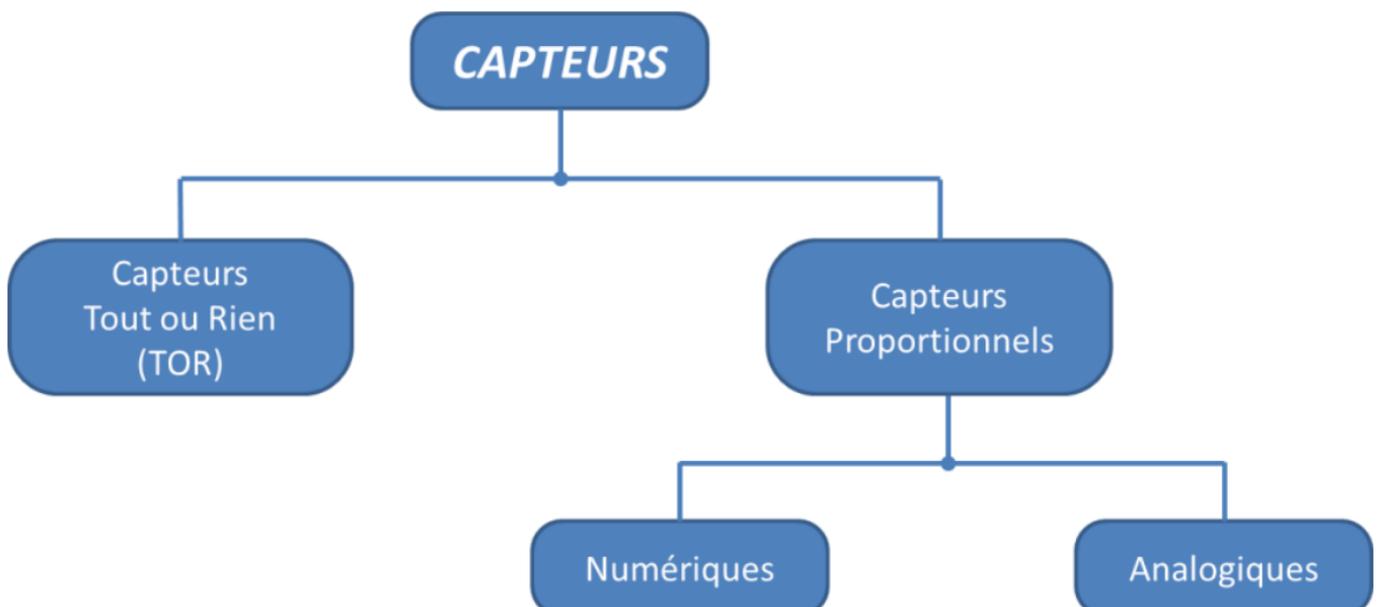
avec  $J$  erreur de justesse  
et  $F$  erreur de fidélité

On distingue les erreurs suivantes :



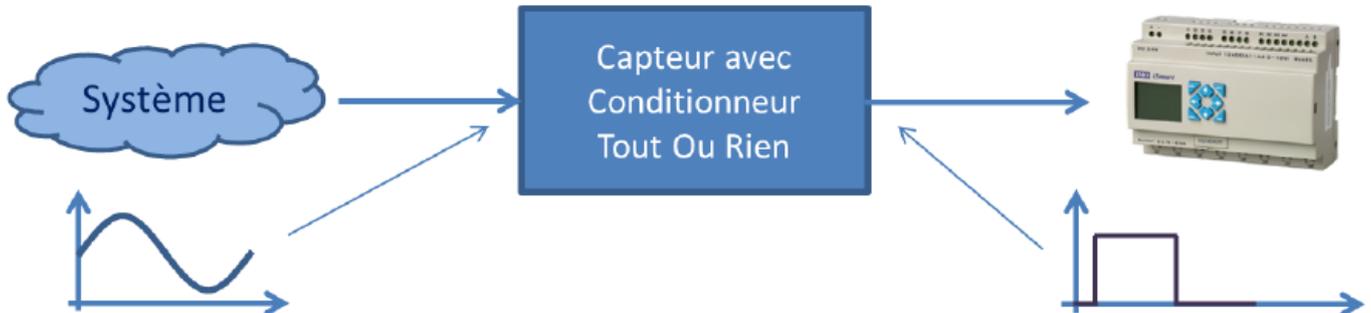
### 3. Nature des signaux de sortie des capteurs

Les capteurs peuvent être caractérisés en fonction de la nature du signal de sortie :

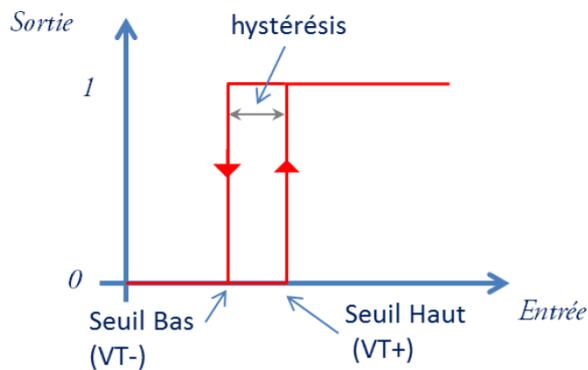
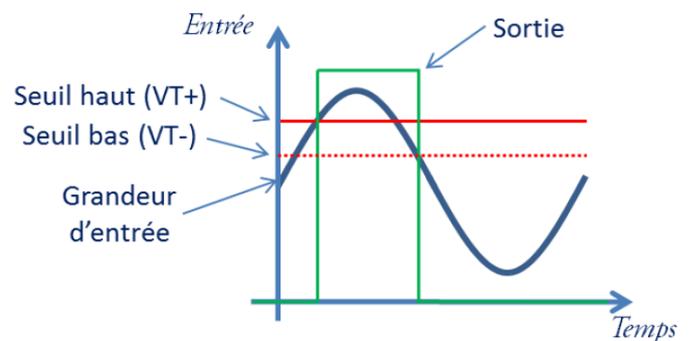


## Les capteurs « tout ou Rien » (T.O.R.)

Ces capteurs délivrent une information binaire. Une valeur de seuil est définie. Lorsque la grandeur d'entrée est inférieure au seuil, la sortie du capteur est à 0, lorsque la grandeur d'entrée est supérieure au seuil, la sortie du capteur est à 1.



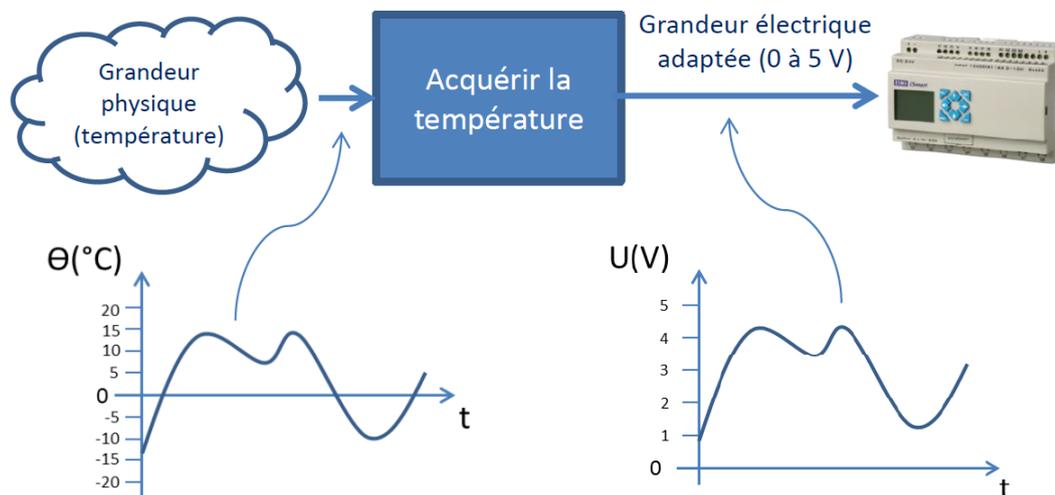
Dans la pratique, le capteur TOR possède deux seuils distincts afin d'éviter que la sortie ne devienne instable lorsque l'entrée est très proche du seuil. Pour que la sortie du capteur passe à l'état haut, il faut que la grandeur d'entrée passe au-dessus du seuil haut. Pour que la sortie du capteur passe à l'état bas, il faut que la grandeur d'entrée passe en dessous du seuil bas ;



L'écart entre le seuil haut et le seuil bas est appelé hystérésis.

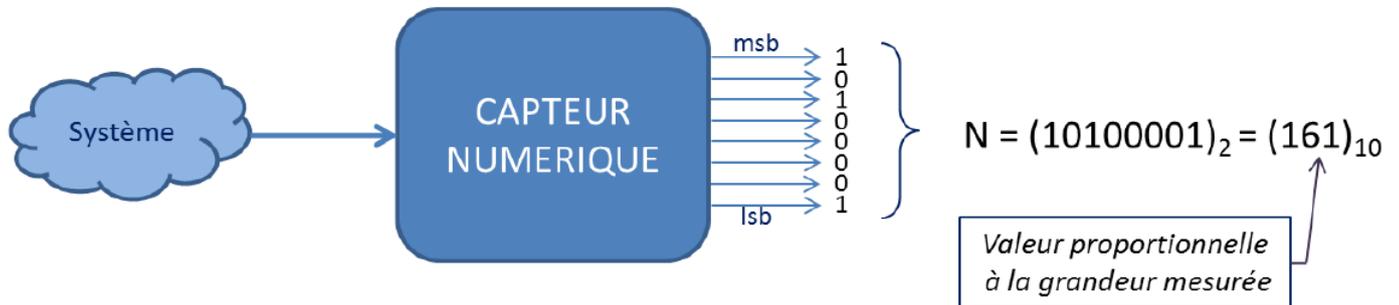
## Les capteurs proportionnels analogiques

Ils fournissent un signal proportionnel à la grandeur mesurée



## Les capteurs proportionnels numériques

Ils fournissent des signaux numériques proportionnels à la grandeur à mesurer :

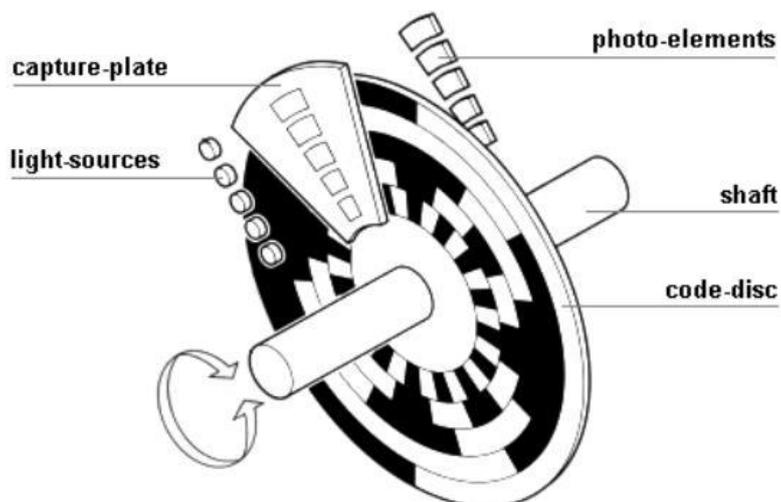


### Exemple : le codeur absolu

Un codeur absolu est un capteur doté d'un axe rotatif et retournant un code binaire en fonction de la position angulaire de l'axe.

Le capteur est constitué d'un disque solidaire de l'axe, comportant des motifs pouvant être lus par un dispositif optique.

Axe Rotatif

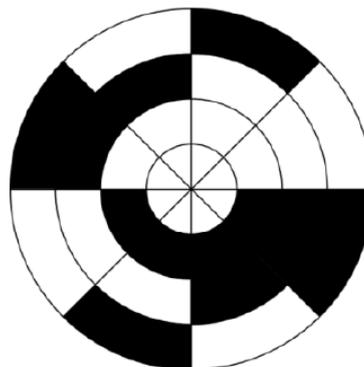


En fonction de la position du disque, chaque détecteur renvoie une information binaire. Le code formé par l'ensemble des détecteurs indique la position angulaire de l'axe du capteur.

Il existe deux types d'encodage :

- Encodage en binaire naturel

Standard Binary Encoding				
Sector	Contact 1	Contact 2	Contact 3	Angle
0	off	off	off	0° to 45°
1	off	off	ON	45° to 90°
2	off	ON	off	90° to 135°
3	off	ON	ON	135° to 180°
4	ON	off	off	180° to 225°
5	ON	off	ON	225° to 270°
6	ON	ON	off	270° to 315°
7	ON	ON	ON	315° to 360°

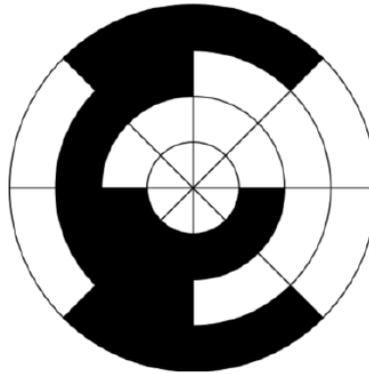


Le codage binaire naturel est facile à décoder, mais si les capteurs ne sont pas parfaitement synchronisés, des états transitoires erronés peuvent apparaître lors du passage d'un secteur à un autre.

- Encodage en binaire de Gray

Gray Coding

Sector	Contact 1	Contact 2	Contact 3	Angle
0	off	off	off	0° to 45°
1	off	off	ON	45° to 90°
2	off	ON	ON	90° to 135°
3	off	ON	off	135° to 180°
4	ON	ON	off	180° to 225°
5	ON	ON	ON	225° to 270°
6	ON	off	ON	270° to 315°
7	ON	off	off	315° to 360°



Le binaire de Gray nécessite un décodage, mais comme il n'y a qu'un seul bit qui change d'un secteur à un autre, il évite les états transitoires erronés.

### 3. Capteurs actifs, capteurs passifs

Les **capteurs passifs** ont besoin d'être intégrés dans un circuit avec une alimentation.

Exemples :

<b>Capteur résistif</b> La résistance interne du capteur varie avec la grandeur physique	Mesure de la température par résistance à fil de platine ou par thermistance Mesure d'effort par jauge de contrainte Mesure d'intensité lumineuse par photorésistance
<b>Capteur inductif</b> La valeur de l'inductance L varie avec la grandeur physique	Détection de la présence d'objet métallique Mesure de déplacement par inductance variable Mesure d'effort par capteur magnéto-élastique
<b>Capteur capacitif</b> La valeur de la capacité C varie avec la grandeur physique	Détection de la présence d'un objet quelle que soit sa nature Détection du niveau d'un liquide dans une cuve Mesure de déplacement et de position (l'une des armatures du condensateur est sur l'objet dont on veut mesurer le déplacement)

Dans le cas des **capteurs actifs**, la grandeur d'entrée ou ses variations génère directement une énergie (tension, courant, charge électrique). Cette énergie étant généralement faible, ces capteurs nécessitent l'utilisation d'amplificateurs.

Exemples :

<b>Capteur photoélectrique ou photovoltaïque</b>	Ils sont basés sur la libération de charges électriques dans la matière sous 'influence d'un rayonnement lumineux ou, plus généralement, d'une onde électromagnétique
<b>Capteur piézoélectrique</b>	L'application d'une contrainte mécanique à certains matériaux dits piézoélectriques (le quartz par exemple) entraîne l'apparition d'une tension entre leurs faces opposées
<b>Capteur à effet Hall</b>	Un champ magnétique B et un courant électrique I créent dans un matériau semi-conducteur une tension proportionnelle à B et I (exemple : mesure de courant avec une pince ampèremétrique)

### Capteurs proprioceptifs et extéroceptifs

En robotique mobile, il est important de faire la distinction entre des capteurs **proprioceptifs**, qui effectuent leurs mesures par rapport à ce qu'ils perçoivent localement du déplacement du robot, ou **extéroceptifs**, qui se basent sur des mesures prises par rapport à l'environnement global (repère absolu). Par exemple, des capteurs mesurant les déplacements angulaires des roues d'un robot pourront permettre de reconstituer sa trajectoire à condition que les roues ne glissent pas (dérapage, patinage). Ce sont des capteurs proprioceptifs. Par contre, le repérage par une tourelle laser de balises optiques fixées dans l'environnement de déplacement du robot permet une mesure absolue. On parle alors d'un capteur extéroceptif.