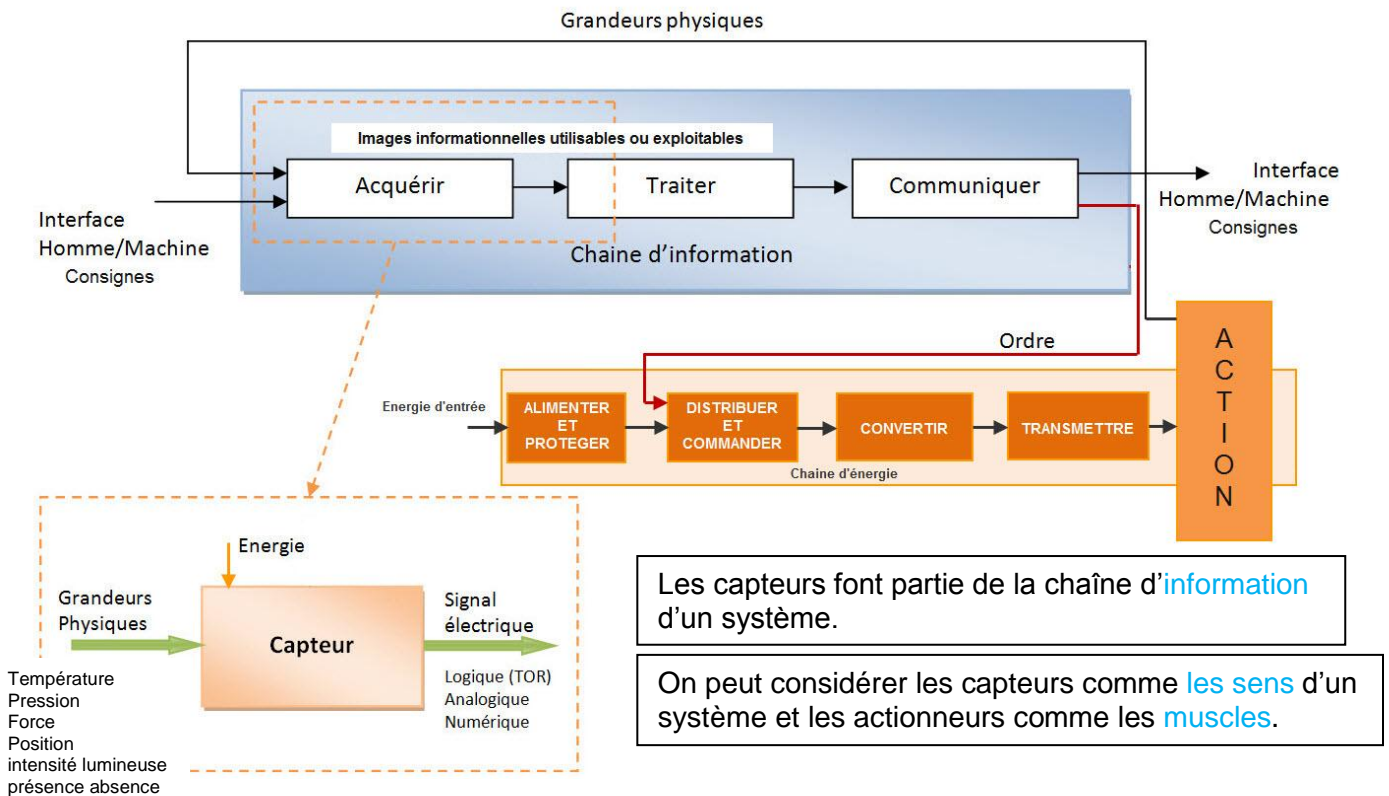


# CAPTEURS

## 1- Fonction d'un capteur.



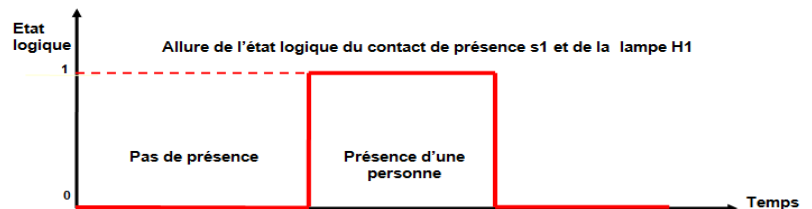
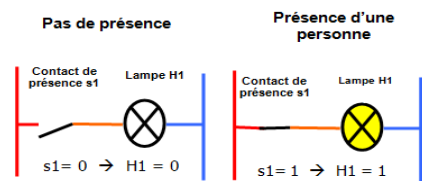
## 2. Les informations transmises par les capteurs

### a) Logique :

Capteur logique de type **Tout Ou Rien (TOR)**.

#### Exemple

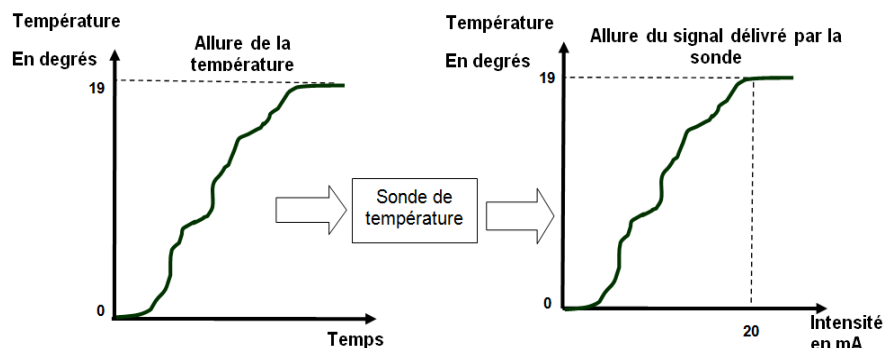
Un capteur détecte la présence ou l'absence d'une personne. Si une personne est présente, il ferme un contact qui alimente une lampe placée à l'intérieur d'un couloir par exemple.



### b) Analogique :

Information qui évolue de manière continue dans le temps et prend **une infinité de valeurs**.

**Exemple** : mesure de température d'une pièce ... → nécessité d'une CAN pour traiter l'information

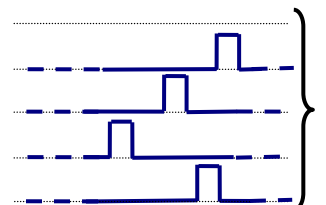


### c) Numérique :

Information qui ne prend qu'un **nombre fini de valeurs**

Sous la forme d'un code numérique avec n bits → **Nombre de valeurs =  $2^n$**

**Exemple** : codeurs optiques (absolus et incrémentaux)

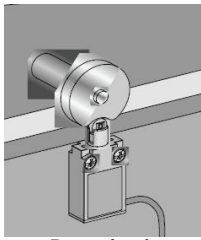


### 3. Quelques Capteurs

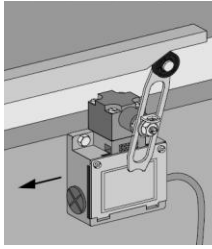
#### a) Détection électromécanique

##### Principe de fonctionnement

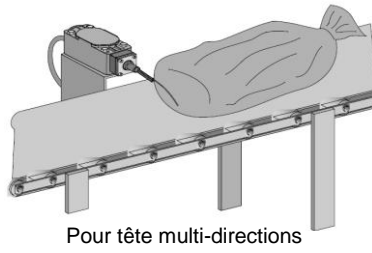
Contact électromécanique → Pour détecter la présence d'objets.



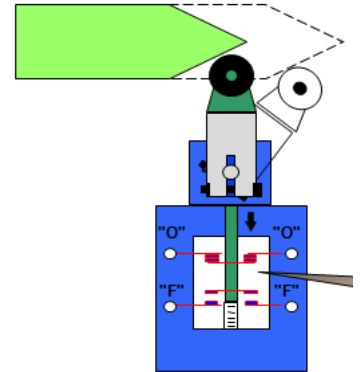
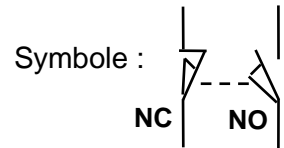
Pour tête à  
poussoir à galets



Pour tête à mouvement  
angulaire



Pour tête multi-directions



##### Détection possible :

Avec contact

Type d'objet : non déformable

Type d'information : Tout Ou Rien

#### b) Détection inductive

##### Principe de fonctionnement

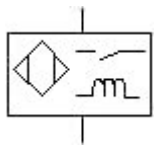
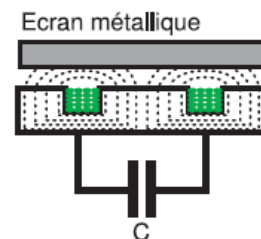
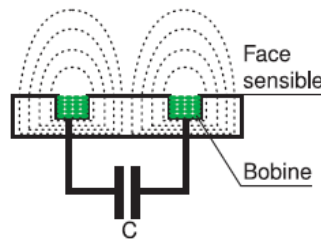
Un circuit inductif (bobine d'inductance  $L$ ) constitue l'élément sensible. Ce circuit est associé à un condensateur de capacité  $C$  pour créer un champ magnétique alternatif devant la bobine.

##### Détection possible :

Sans contact

Type d'objet : métallique

Type d'information : Tout Ou Rien



Inconvénient : Portée réduite (Distance détecteur / objet  $< 50$  mm)

##### Avantages :

- pas de contact physique → possibilité de détecter des objets fragiles, fraîchement peints
- pas de pièces en mouvement → pas d'usure, durée de vie indépendante du nombre de manœuvres
- produit encapsulé dans la résine (étanche) → très bonne tenue à l'environnement industriel

#### c) Détection capacitive

##### Principe de fonctionnement

Le détecteur de proximité capacitif mesure la variation de la capacité qui est provoquée par le rapprochement d'un objet dans le champ électrique d'un C.

##### Détection possible :

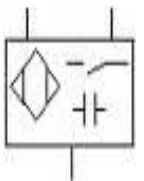
Sans contact

Type d'objet : tout type de matériaux (conducteur ou isolant)

Type d'information : Tout Ou Rien

Inconvénient : Portée réduite (Distance détecteur / objet  $< 50$  mm)

Avantages : Les mêmes que ceux du détecteur inductif



## d) Détection à ultrasons

### Principe de fonctionnement

Effet piézoélectrique :

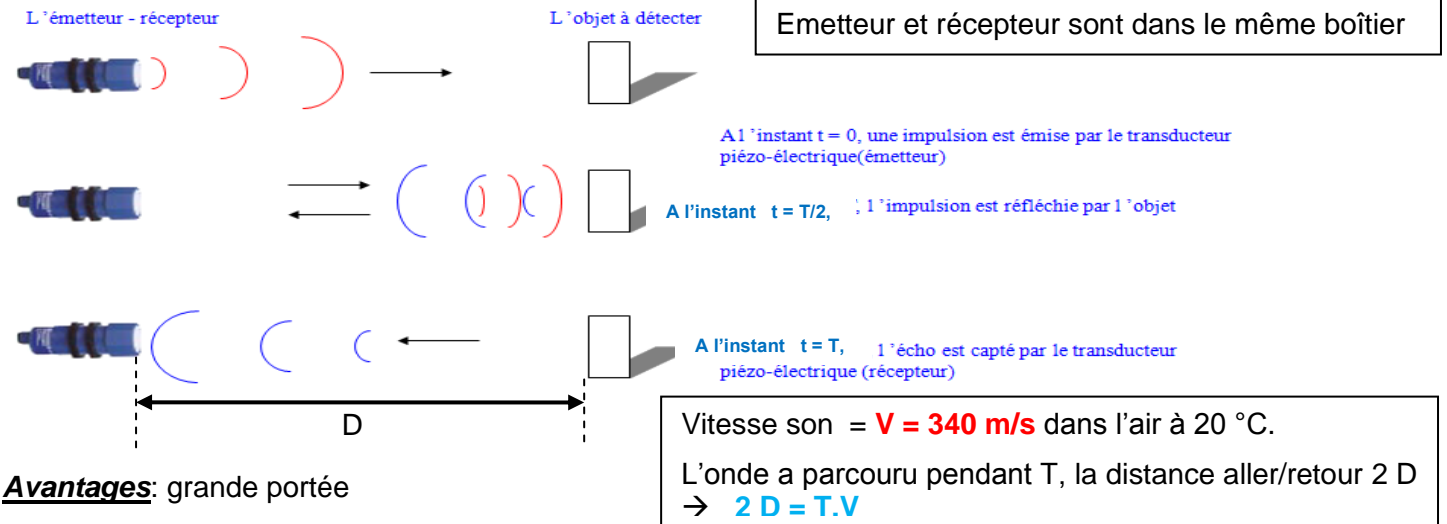
- Convertir l'énergie électrique en vibrations mécaniques (émetteur)
- Créer des charges électriques quand une contrainte mécanique est appliquée (récepteur)

### Détection possible :

Sans contact

Type d'objet : tout type de matériaux

Type d'information : numérique (train d'ondes)



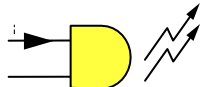
**Avantages:** grande portée

**Exemples :** bateau pour détecter les fonds et les bancs de poissons, télémètre à ultrasons

## e) Détection photoélectrique (Infra Rouge)

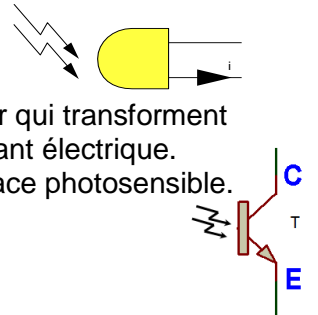
### Le composant d'émission

Diode Electroluminescente (DEL)  
Qui transforme le signal électrique en signal lumineux IR.



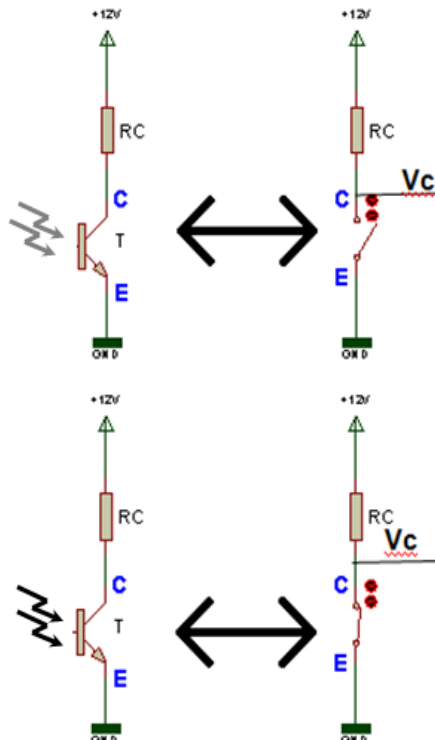
### Le composant de réception

Photodiode ou phototransistor qui transforment le signal lumineux IR en courant électrique.  
Le phototransistor a une surface photosensible.



### Sans détection de lumière IR,

Le phototransistor est **BLOQUE**.  
Il se comporte comme un interrupteur **ouvert** entre C et E.



$V_c$  est relié :

- à 12V d'un côté
- et à « rien » de l'autre

$\rightarrow V_c = 12V$

### Avec détection de lumière IR,

Le phototransistor est **PASSANT**.  
Il se comporte comme un interrupteur **fermé** entre C et E.

$V_c$  est relié :

- à 12V d'un côté par l'intermédiaire d'un composant
- et à 0V de l'autre par l'intermédiaire d'un fil

« c'est le **fil qui gagne** »  
 $\rightarrow V_c = 0V$

### Détection possible :

Sans contact

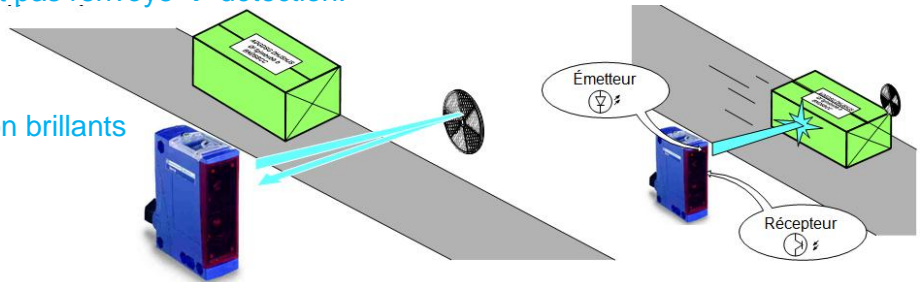
Type d'information : Tout Ou Rien

**Distance de détection :** De quelques millimètres jusqu'à 300m

## Détection par blocage de la lumière émise : Système reflex

- Emetteur et récepteur sont regroupés dans un même boîtier.
- En l'absence de l'objet, le faisceau **est renvoyé au récepteur grâce au réflecteur**
- En présence de l'objet, le faisceau **n'est pas renvoyé** → détection.

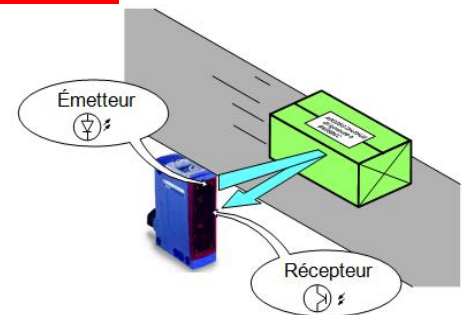
→ Type d'objet : **non réfléchissants et non brillants**



## Détection par renvoi de la lumière émise : Système proximité

- Emetteur et récepteur sont regroupés dans un même boîtier.
- En l'absence de l'objet, le faisceau **n'est pas renvoyé**.
- En présence de l'objet, le faisceau **est renvoyé par l'objet** → détection.

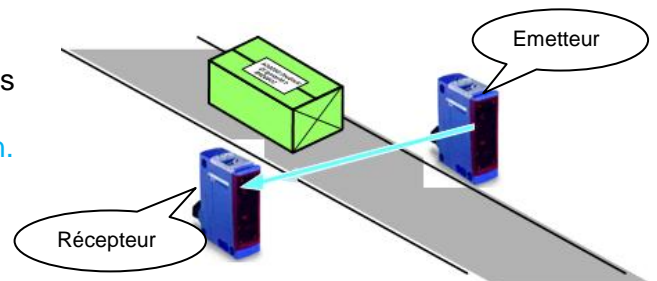
→ Type d'objet : **réfléchissants et brillants**



## Détection par système barrage

- Emetteur et récepteur sont situés dans 2 boîtiers séparés
- En l'absence de l'objet, le faisceau **n'est pas coupé**.
- En présence de l'objet, le faisceau **est coupé** → détection.

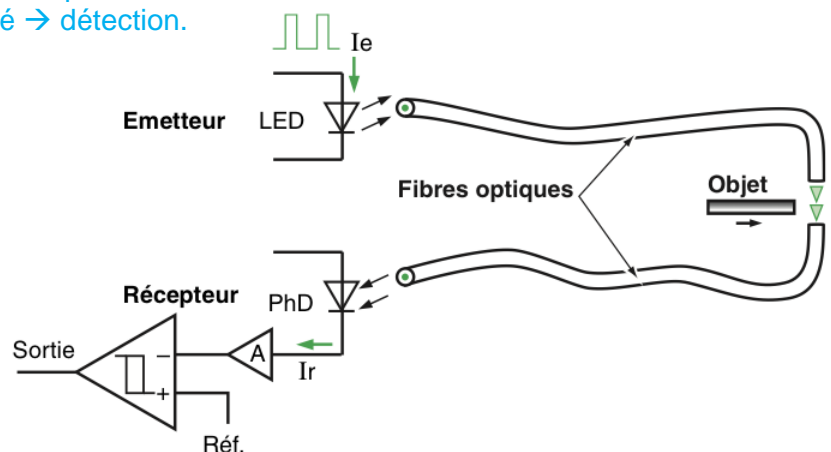
→ Type d'objet : **tout type**



## Détection par fibre optique

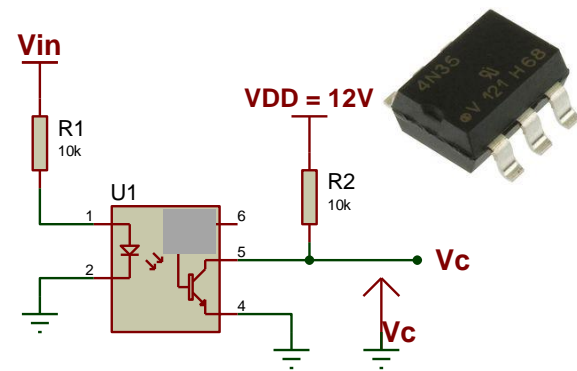
- Emetteur et récepteur sont situés dans 2 boîtiers séparés
- En l'absence de l'objet, le faisceau **n'est pas coupé**.
- En présence de l'objet, le faisceau **est coupé** → détection.

→ Type d'objet : **tout type**



## Optocoupleur à Circuit intégré

Vin	Led	PhotoT	Vc
0 V	éteinte	Bloqué (inter ouvert)	12 V
5 V	allumée	Saturé (inter fermé)	0 v

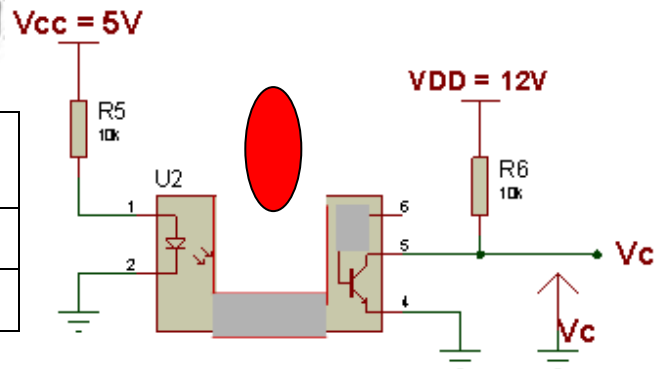


## Optocoupleur à fourche

Etat led : allumée



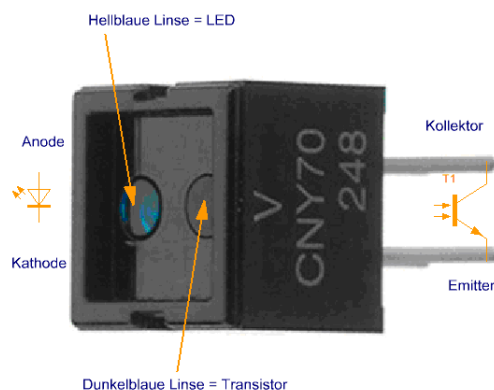
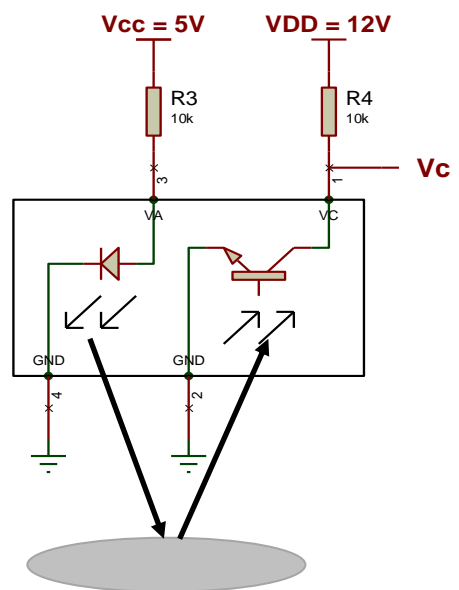
Objet dans la fourche	Réception lumière	PhotoT	Vc
oui	non	Bloqué (inter ouvert)	12 V
non	oui	Saturé (inter fermé)	0 V



## Optocoupleur à réflexion

Etat led : allumée

Objet	lumière	photoT	Vc
noir	absorbée	Bloqué (inter ouvert)	12 V
blanc	réfléchi	Saturé (inter fermé)	0 V

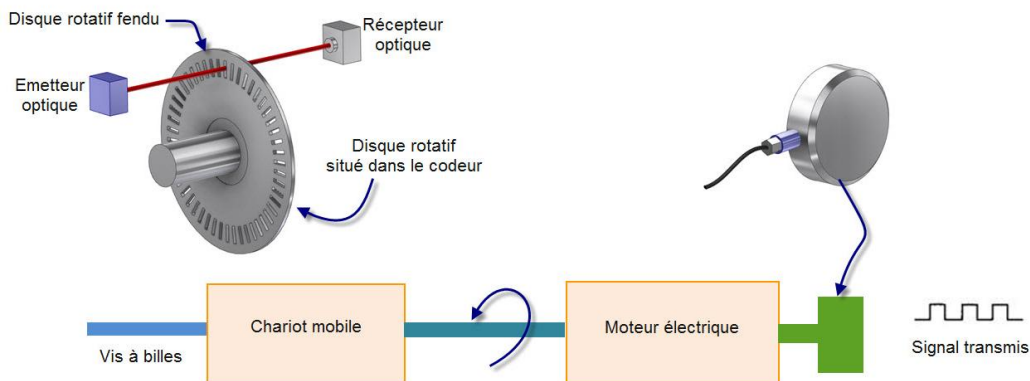


## f) Les codeurs optiques.

### Constitution

Un codeur optique rotatif est composé de Led IR, de phototransistors, et d'un disque lié mécaniquement par son axe au moteur.

Le disque est composé d'une succession de zones opaques et transparentes. La lumière émise par la LED arrive sur les phototransistors chaque fois qu'elle traverse les zones **transparentes** du disque.



Ce système est posé sur des M.C.C. (pas ses MPP) pour réaliser des asservissements de position.

**Résolution optique** = nombre d'impulsions par tour = nombre de fentes sur le disque

Si le nombre de fentes  $\nearrow$ , alors la précision  $\nearrow$  (Mais il faut augmenter le diamètre car le disque est **affaibli**)

### Les codeurs incrémentaux

Il y a un émetteur / Récepteur par piste

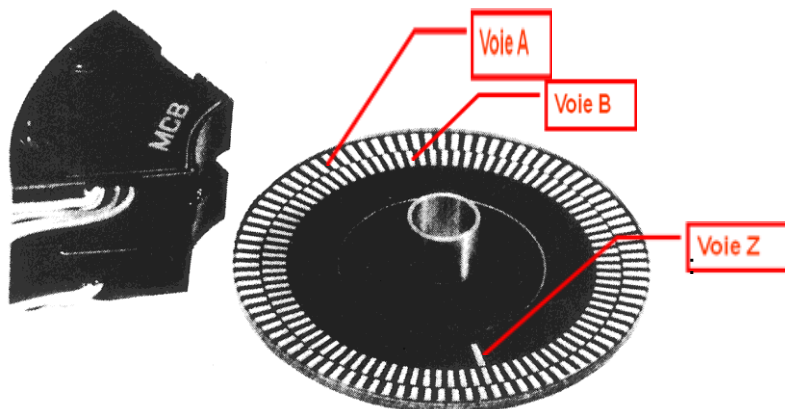
1 piste intérieure (voie Z) qui comporte une seule fenêtre transparente  $\rightarrow$  1 impulsion par tour

2 pistes extérieures (voies A et B) divisées en "n" intervalles d'angles égaux

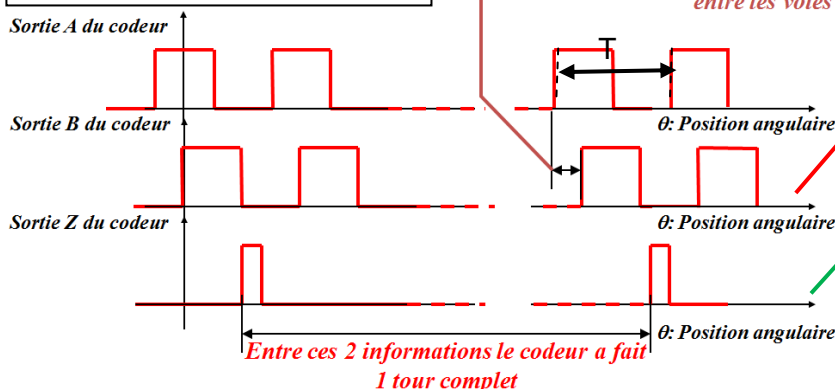
$\rightarrow$  chaque voie donne n impulsions par tour mais décalées de  $90^\circ \rightarrow$  signaux en **quadrature de phase**

$\rightarrow$  Le nombre d'impulsions reçues permet de connaître **la position relative d'un mobile**

$\rightarrow$  Le décalage entre les voies A et B permet de connaître **le sens de rotation du codeur**



Ici A est « en **avance** » sur B  
(B est « en **retard** » sur A).



Vitesse de rotation arbre moteur = n tr/s  
100 fentes sur un tour du disque

1 tour  $\rightarrow$  100 impulsions sur A  
En 1s : n tours  $\rightarrow$  100 n impulsions sur A  
Donc fréquence  $F_A = 100 n$

1 tour  $\rightarrow$  1 impulsion sur Z  
En 1s : n tours  $\rightarrow$  n impulsions sur Z  
Donc fréquence  $F_Z = n$

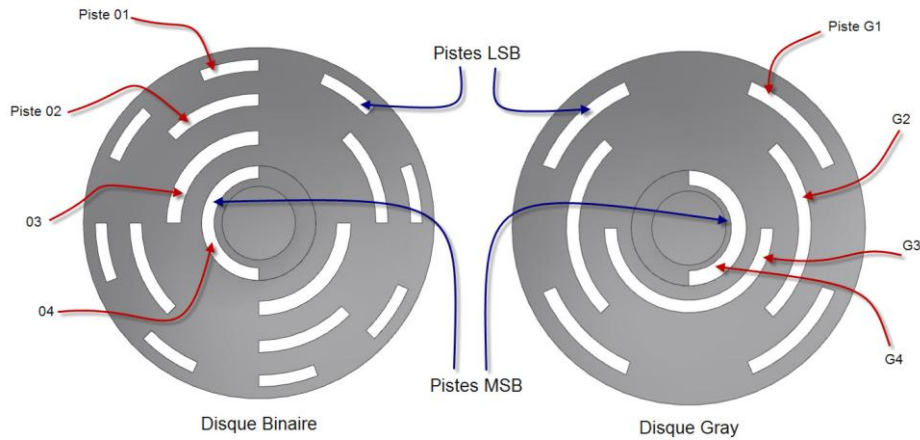
**Rappel :**  
fréquence = nombre d'impulsions en 1s



## Les codeurs absolus de position

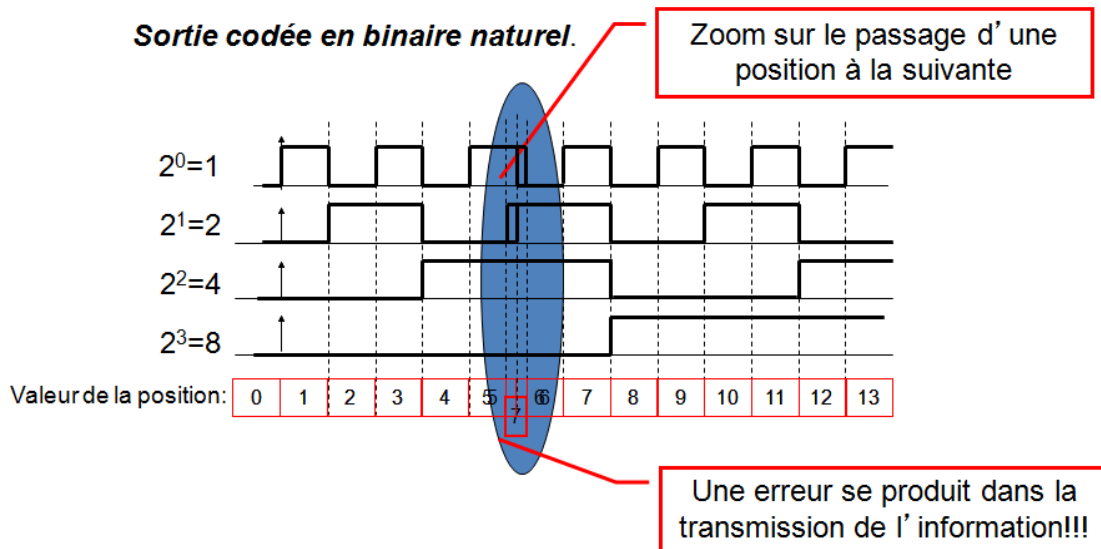
Il y a un émetteur-récepteur par piste.

Le disque est composé de plusieurs pistes → information en binaire pur ou en binaire réfléchi (code Gray)

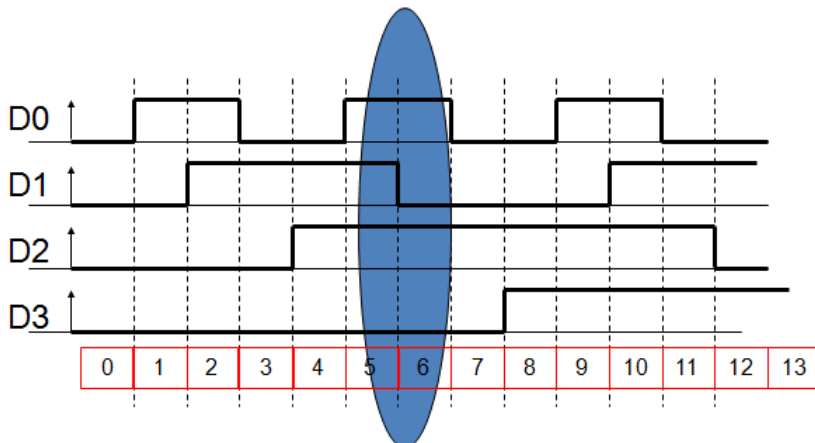


**Inconvénient codeur binaire pur** : parfois plusieurs pistes changent d'état quand on passe d'une valeur à l'autre (5 → 6) → si il y a un décalage de lecture, on risque de lire des mauvaises valeurs.

**Sortie codée en binaire naturel.**



**Avantage codeur binaire réfléchi** : Un seul bit change d'état quand on passe d'une valeur à l'autre → il ne peut pas y avoir d'erreur même en cas de décalage de lecture.



## g) Détection de température

Type d'information : **analogique**

### Les thermocouples

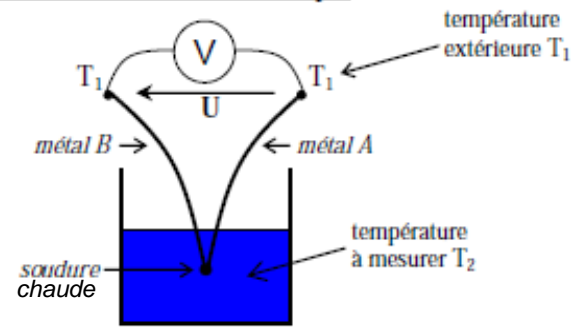
#### Principe de fonctionnement

Un thermocouple est constitué de deux fils de métaux différents, réunis par soudure en une extrémité appelée « soudure chaude », mise à la température à mesurer  $T_2$ .

L'autre extrémité des deux fils doit être maintenue à une température stable  $T_1$ .

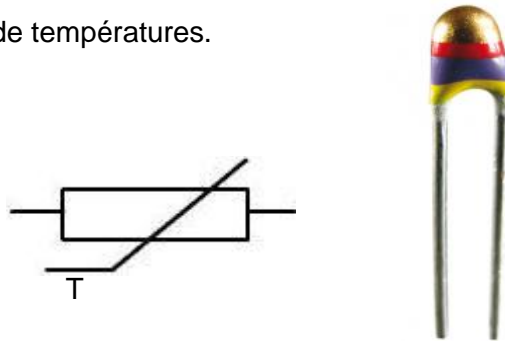
Un thermocouple produit une faible tension qui est fonction de l'écart de températures :  $U = S \cdot (T_1 - T_2)$  ( $S$  est un coefficient)

Thermomètre à thermocouple



**Avantage** : Large gamme de températures.

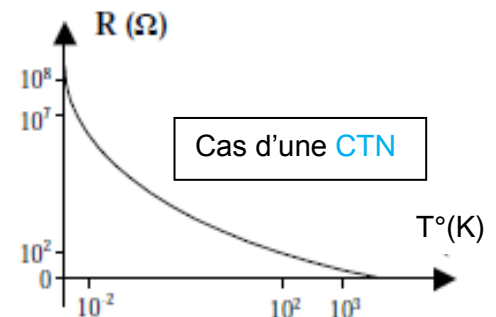
### Les thermistances



Une thermistance est une résistance qui varie en fonction de la température  $T^\circ$ :  $R_T = R_0 \exp [a(1/T - 1/T_0)]$   
 $R_0$  est la résistance à la température  $T_0$  et «  $a$  » est le Coefficient de Température

Si la thermistance a une résistance qui augmente lorsque la température augmente, c'est une thermistance qui a un Coefficient de Température Positif (CTP :  $a > 0$ )

Si la thermistance a une résistance qui diminue lorsque la température augmente, c'est une thermistance qui a un Coefficient de Température Négatif (CTN :  $a < 0$ ).



## h) Détection de luminosité : les photorésistances ou LDR

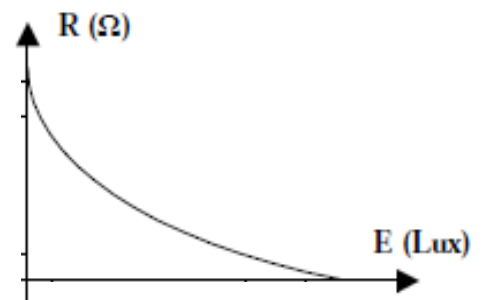
Type d'information : **analogique**



Une photorésistance est une résistance dont la valeur varie en fonction du flux lumineux (éclairage)

Quand le flux lumineux  $\nearrow$ , alors la résistance  $R \searrow$

**Exemple** : Obscurité  $R_0 = 20 \text{ M}\Omega$  ( 0 lux )  
Lumière naturelle  $R_1 = 100 \text{ k}\Omega$  ( 500 lux )  
Lumière intense  $R_2 = 100 \Omega$  ( 10000 lux ).





## i) Détection de force : Jauge de contrainte

La résistivité dépend du matériau

La résistance d'un conducteur est donnée par la relation :

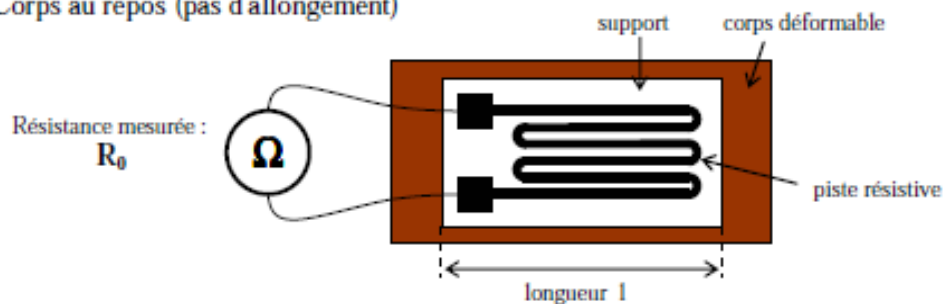
$$R = \rho \frac{l}{S}$$

Annotations :  
 -  $\rho$  : résistivité  $\Omega \cdot m$   
 -  $l$  : longueur  $m$   
 -  $S$  : surface  $m^2$

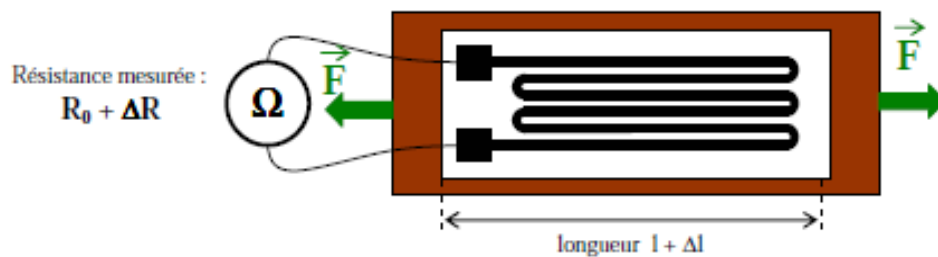
### Principe de fonctionnement

La jauge est constituée d'une piste résistive collée sur un support en résine. Le tout est collé sur le corps dont on veut mesurer la déformation.

#### ① Corps au repos (pas d'allongement)



#### Cas d'un corps au repos ayant subi une contraction (effort de traction)

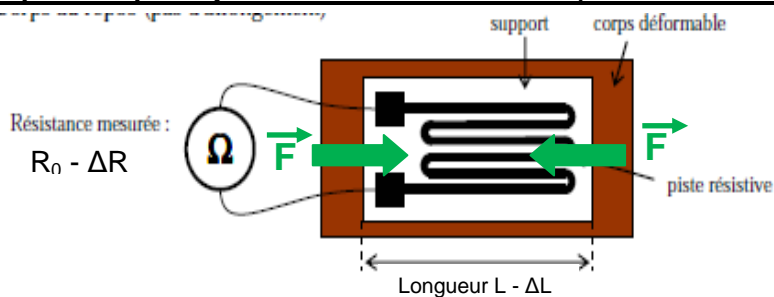


Etirement :  $L \nearrow$  et  $S \searrow$

$$\rightarrow R = \rho L / S \nearrow$$

$$\rightarrow R = R_0 + \Delta R$$

#### Cas d'un corps au repos ayant subi une contraction (effort de compression)



Contraction :  $L \searrow$  et  $S \nearrow$

$$\rightarrow R = \rho L / S \searrow$$

$$\rightarrow R = R_0 - \Delta R$$

Par la formule suivante on déduit la variation de la longueur de la piste  
 → On en déduit la force F appliquée

$$\frac{\Delta R}{R_0} = K \frac{\Delta l}{l} \text{ où } K \text{ est le facteur de jauge.}$$

### Détection possible :

Avec contact

Type d'information : analogique

## j) Détection de champ magnétique : Capteur à Effet Hall

### Détection d'aimant à proximité



Le capteur détecte l'approche de l'aimant placé au préalable sur un objet.

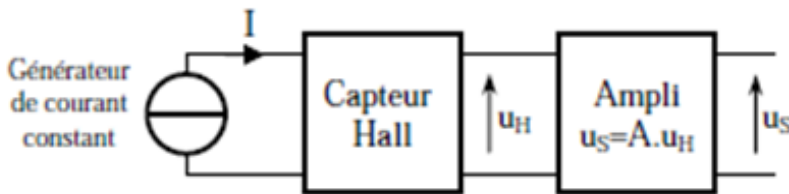
#### Détection possible :

Sans contact

Type d'information : Tout Ou Rien

### Détection de la valeur et du sens du courant

Un fil parcouru par un courant  $I$ , génère un champ magnétique  $\vec{B}$  qui sera détecté par le capteur à Effet Hall qui générera une tension  $U_H$ . Celle-ci est ensuite amplifiée pour obtenir  $U_S = A \cdot U_H$

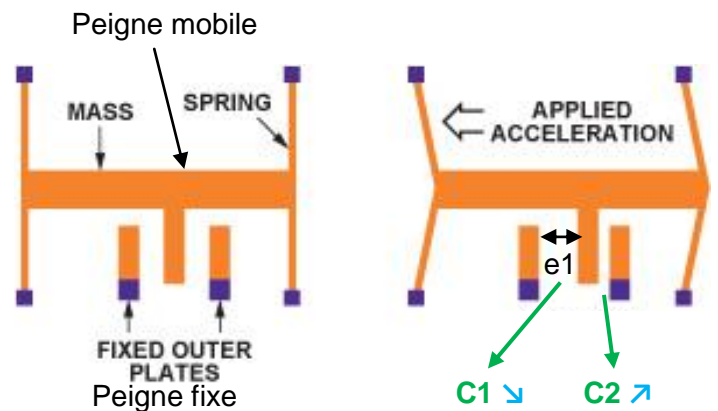
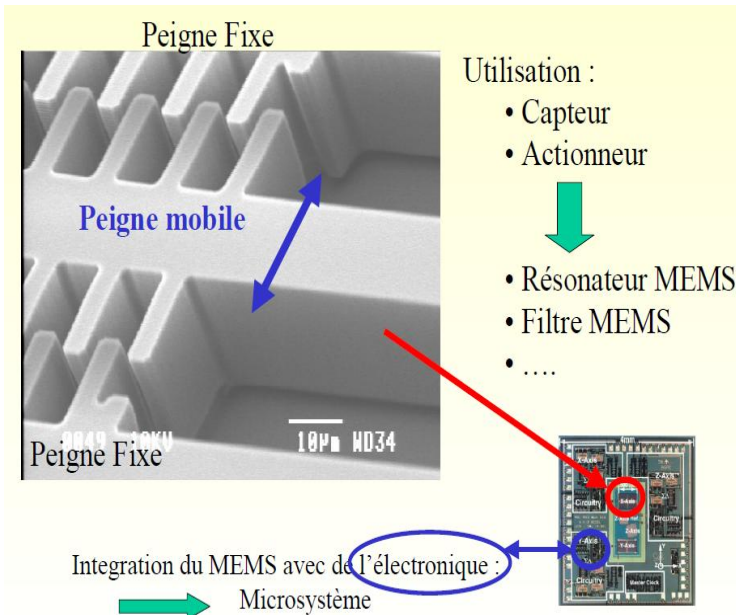


#### Détection possible :

Sans contact

Type d'information : analogique

## k) Les MEMS : Micro Electro-Mechanical System (ordre du Micron)



L'écart entre le peigne fixe et le peigne mobile  $e_1$

Donc la capacité  $C_1 = \epsilon \frac{S}{e_1}$

$S$  = surface en regard des armatures (fixe)  
 $\epsilon$  = permittivité du diélectrique (fixe)

**Exemple :** Accéléromètre et inclinomètre dans Smartphone, Wii, télescope D-Pad

#### Détection possible :

Avec contact

Type d'information : analogique

