



LES CAPTEURS



Table des matières

1. Introduction.	
1.1. Exemple de systèmes techniques	2 à 3
2. Fonction d'un capteur	3
2.1. Situation des capteurs.	3
2.2. Définition d'un capteur.	3
2.3. Différents types de capteurs.....	4
2.3.1. Les capteurs passifs	
2.3.2. Les capteurs actifs.	
2.4. Fonctions appliquées à la détection.....	5
3. Les informations transmises par les capteurs, représentation des signaux.....	6 à 7
4. Constitution d'un détecteur.....	8
5. Les catégories de capteurs.....	9
5.1. Introduction.	9
5.2. Détection avec contact d'objets non déformables.....	10
5.2.1. La détection électromécanique.....	10
5.2.2. Les codeurs optiques.....	11
5.2.2.1. Constitution	
5.2.2.2 Principe de fonctionnement	
5.2.2.3 Les différents types de codeurs optiques.	12 à 13
5.3 Détection sans contact.	13
5.3.1. La détection proximité inductive.	13 à 15
5.3.2. La détection proximité magnétique	16
5.3.3. La détection capacitive.	16
5.3.4. La détection photoélectrique.	17
5.3.5. La détection à ultrasons.	19
5.3.6. La détection de température.	20 à 21
6. Le raccordement des capteurs et des détecteurs.	
6.1. Détecteur à contacts " sec ".....	22
6.2. Détecteur 2 fils.....	23
6.3. Détecteur 3 fils.....	23 à 24
7. Les applications générales des différents capteurs.	25
8. Les critères de choix à prendre en compte.	25
9. Les démarches d'aide aux choix.	26



I - INTRODUCTION :

Une éolienne est un véritable système automatisé, pour assurer un bon fonctionnement, il faut connaître en permanence le sens, la force du vent.

Dans les systèmes techniques, les utilisateurs ont besoin d'être informé également de la présence ou non d'un objet, d'une personne, l'acquisition de toutes ces données est devenue un paramètre incontournable.



De nombreuses grandeurs physiques (température, pression, intensité lumineuse, position, déplacement,...) sont en plus à mesurer et à prendre en compte par les unités de traitement

Il a fallu développer des organes techniques permettant l'acquisition de ces grandeurs physiques, la transformation et la transmission d'informations exploitables par la suite.

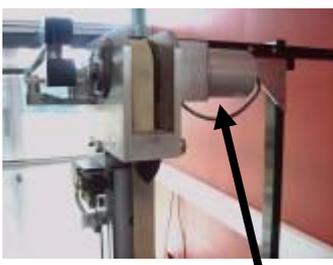
Cet organe technique qui est à l'origine de cette chaîne d'acquisition est défini par un terme générique : CAPTEUR.

Les capteurs permettent de contrôler par exemple, la présence, l'absence, le positionnement, le passage, le défilement, le bourrage, le comptage d'objets, les variations de température ou de pression, etc ...

I.1 - Exemples de systèmes techniques :

Les différentes positions d'un système de transfert comme le support pédagogique transgerbeur, sont détectées à l'aide de nombreux capteurs (optiques, électromécaniques, inductifs...)

Les capteurs



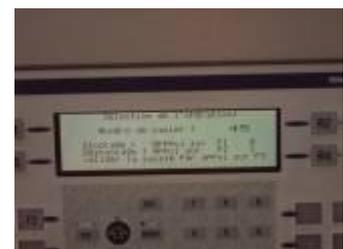
Codeur optique

Les capteurs ou détecteurs vont permettre de donner des informations par exemple, sur la position des pièces de la machine, la présence de matière.

Le système transgerbeur



Le pupitre de commande



Le pupitre de commande assure un dialogue homme-machine, c'est la relation avec l'opérateur permettant de piloter la machine, de saisir des données, d'être informé sur l'état de la machine.



LES CAPTEURS

Détecteur placé dans un couloir



Dans les domaines domestique et tertiaire, on utilise sans le savoir quotidiennement de nombreux capteurs qui facilitent notre vie et qui apportent de plus en plus de confort et de sécurité.

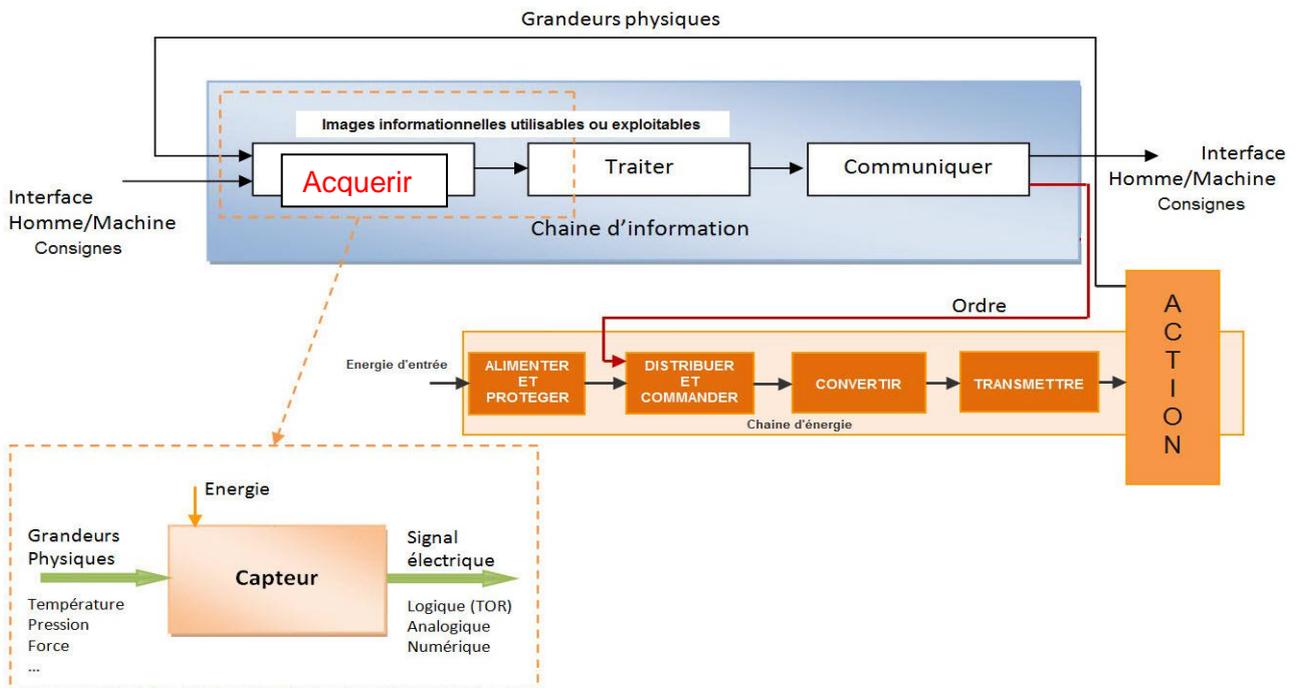
Les détecteurs de présence à infrarouge font partie de ces constituants.

Pour faire fonctionner correctement une pompe à chaleur par exemple, il est indispensable de déterminer la température intérieure de la pièce à chauffer.

II - FONCTION D'UN CAPTEUR :

II.1- Situation des capteurs :

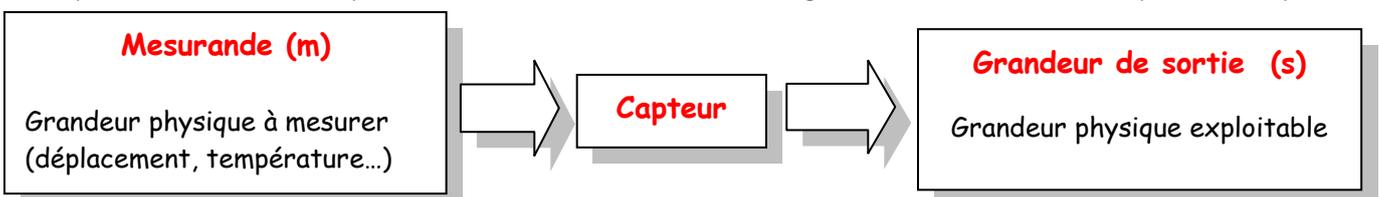
Les capteurs font partie de la chaîne d'information d'un système.



II.2 - Définition d'un capteur :

Un capteur est un constituant ou un organe capable d'acquérir une grandeur physique à mesurer, et de la transformer en une grandeur exploitable par une unité de traitement.

Le capteur est caractérisé par sa fonction : $s = F(m)$ où s est la grandeur de sortie ou la réponse du capteur.





Un capteur peut être caractérisé selon de nombreux critères dont les plus courants sont les suivants :

- ☞ **la grandeur physique observée,**
- ☞ **son temps de réponse,**
- ☞ **son étendue ou plage de mesure** : variation possible de la grandeur à mesurer définie par une valeur minimale (*portée minimale*) et une valeur maximale (*portée maximale*).
- ☞ **sa sensibilité** : paramètre qui exprime la variation du signal de sortie en fonction de la variation du signal d'entrée.
- ☞ **sa précision** : le capteur est d'autant plus exact que les résultats de mesure qu'il indique coïncident avec la valeur vraie (par définition théorique) que l'on cherche à mesurer.
- ☞ **sa fidélité** : c'est tenter d'obtenir toujours les mêmes résultats, pour les mêmes détections,
- ☞ **sa linéarité** : surtout en analogique, les valeurs de sortie sont toujours proportionnelles aux valeurs d'entrée dans toute l'étendue de la mesure.
- ☞ **sa bande passante** : intervalle de fréquences pour lesquelles la réponse d'un appareil est supérieure à un minimum. Elle est généralement confondue avec la largeur de bande passante qui mesure cet intervalle.
- ☞ **sa résolution** : plus petite variation de la grandeur mesurée qui produit une variation perceptible par le capteur.
- ☞ **son hystérésis** : retard de l'effet sur la cause, la propriété d'un système qui tend à demeurer dans un certain état quand la cause extérieure qui a produit le changement d'état a cessé,
- ☞ **sa gamme de température d'utilisation.**

II.3 - Différents types de capteurs.

En fonction de la caractéristique électrique de la grandeur de sortie, on peut classer les capteurs en deux grandes familles : **les capteurs passifs et les capteurs actifs.**

Cette classification a une influence sur le conditionneur qui lui est associé.

II.3.1- Les capteurs passifs :

Dans la plupart des cas, **les capteurs passifs ont besoin d'une énergie extérieure pour fonctionner** (comme dans le cas des jauges de contraintes, thermistances...), ils sont souvent modélisés par une impédance. Une variation du phénomène physique étudié (mesuré) engendre une variation de l'impédance. Il faut leur appliquer une tension pour obtenir un signal de sortie.

Le capteur se comporte en sortie comme un dipôle passif qui peut être résistif, capacitif ou inductif.

En fonction du mesurande, on utilise plusieurs effets pour réaliser la mesure.

MESURANDE	EFFET UTILISE (Grandeur de sortie)	MATERIAUX
Température	Résistivité	Platine, nickel, cuivre, semi-conducteurs.
Très basse température	Constante diélectrique	Verre
Flux optique	Résistivité	Semi-conducteurs
Déformation	Résistivité Perméabilité	Alliages nickel Alliages ferromagnétiques
Position	Résistivité	Magnétorésistances : Bismuth, antimoine d'indium
Humidité	Résistivité	Chlorure de lithium

II.3.2. Les capteurs actifs :

Lorsque le phénomène physique qui est utilisé pour la détermination du mesurande effectuée directement la transformation en grandeur électrique, on est en présence d'un capteur actif. C'est la loi physique elle-même qui relie le mesurande et grandeur électrique de sortie.

La sortie du capteur est assimilée à un générateur.

C'est un dipôle actif qui peut être du type courant, tension ou charge électrique Q en coulombs.

Certains principes physiques peuvent être mis en jeu.

MESURANDE	EFFET UTILISE	GRANDEUR DE SORTIE
Température	Thermoélectricité (thermocouple)	Tension
Flux optique	Photoémission Pyroélectricité	Courant Charge
Force, pression, accélération	Piézoélectricité	Tension
Position	Effet Hall	Tension
Vitesse	Induction	Tension

II.4. Fonctions appliquées à la détection.

Les **détecteurs** font partie de la famille des **capteurs**, l'information délivrée en sortie est de **type TOR**.

Les applications de la détection sont très vastes, on peut néanmoins lister les domaines suivants :

■ **Activités liées à la détection de pièces ou à la maintenance, de personnes et de véhicules.**

- Détection de présence ou de positionnement d'un objet, d'une pièce.
- Détection de passage, de défilement ou d'un blocage (bourrage) et du comptage.

■ **Activités spécifiques nécessitant la :**

- Détection de présence (ou de niveau) de gaz ou de liquide,
- Détection de forme, de position (angulaire, linéaire),
- Détection d'étiquette, avec lecture et écriture d'informations codées.

En fonction des applications, les détecteurs sont conçus pour résister :

- l'humidité, voire l'immersion, la corrosion, des variations fortes de température, des salissures de tous ordres et même au vandalisme, etc.

De nombreuses technologies sont développées par les fabricants pour satisfaire toutes les attentes des clients. Depuis quelques années, de nouveaux capteurs dits intelligents sont disponibles.

Ils sont capables de mesurer une grandeur physique, mais possèdent également d'autres fonctionnalités comme les fonctions d'autotest et d'autocontrôle, d'étalonnage automatique, des sorties sur des bus de terrain, des fonctions configurables de traitement du signal (le contrôle, la compression et la transmission des données, le filtrage, etc...)

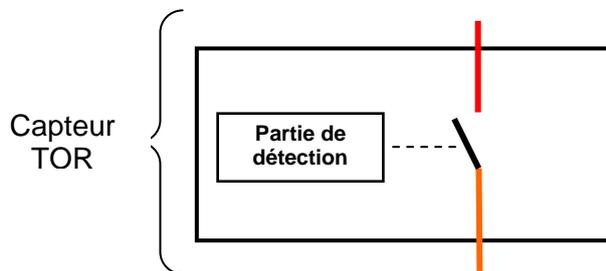


III - LES INFORMATIONS TRANSMISES PAR LES CAPTEURS,
REPRESENTATION DES SIGNAUX :

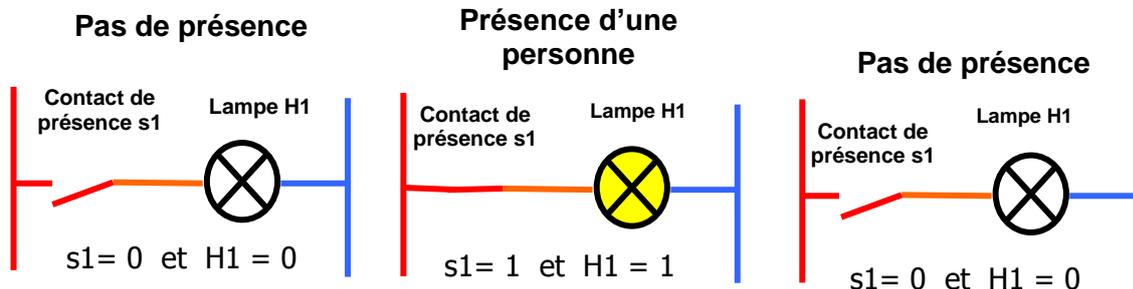
L'information transmise par un capteur peut être :

III.1 - L'information logique :

Information simple à exploiter, la fermeture d'un contact qui permet d'alimenter un circuit électrique. **C'est un capteur logique de type tout ou rien (TOR).**



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.



C'est une information logique, de type Tout Ou Rien (TOR) ouvert ou fermé (0 ou 1)

Les détecteurs délivrent donc un signal binaire (deux états possibles : 0 ou 1).

Quelques exemples de capteurs : les interrupteurs de position électromécaniques, les détecteurs de proximité inductifs, capacitifs, photo-électriques etc...



III.2 - L'information analogique :

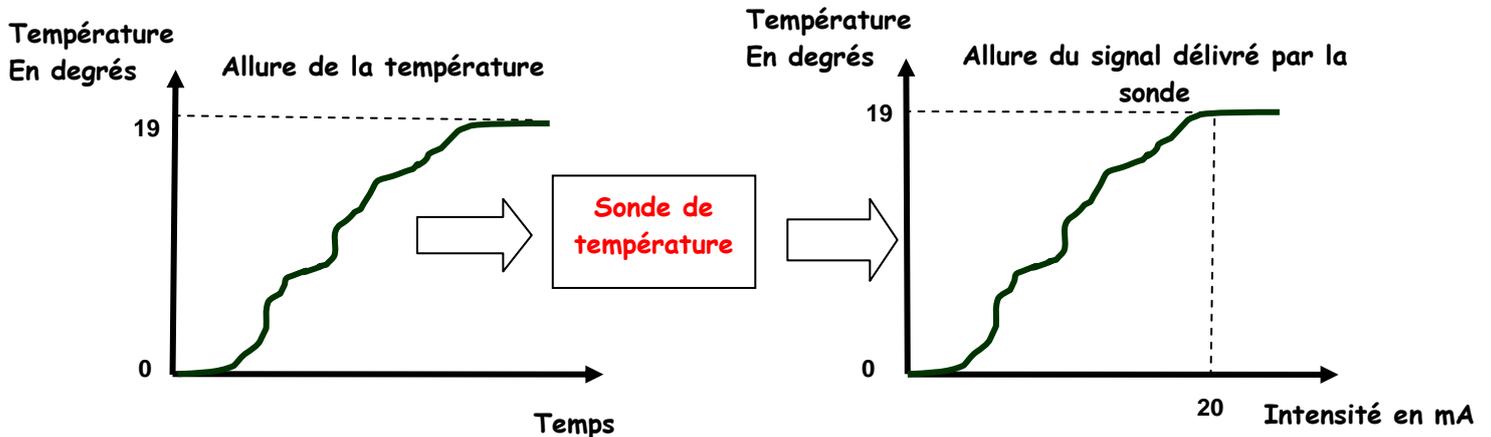
C'est une grandeur qui évolue dans le temps et qui peuvent prendre une infinité de valeurs.

L'information à transmettre peut varier de manière continue, comme la mesure de température d'une pièce à l'aide d'une sonde.

L'information délivrée par un voltmètre à aiguille est du type variable continue qui passe par une infinité de valeurs, **c'est une information analogique.**

La mesure de la température, de la pression, du débit, de la vitesse peut se faire à l'aide d'un capteur qui délivre une information analogique.

Exemple pour une mesure de température



Le signal issu de la sonde de température évolue entre deux valeurs limites de manière continue en fonction de la grandeur mesurée.

Selon le conditionneur mis en œuvre, l'information analogique est délivrée sous diverses natures avec de nombreuses plages différentes:

- en tension : quelques microvolts, 0-5V, 0-10V, +/- 10V
- en courant 4-20mA ou 0-20mA

III.3 - L'information numérique :

Une grandeur numérique est un ensemble ordonné de grandeurs logiques.

Ces informations peuvent être délivrées sous la forme d'un code numérique binaire (avec un nombre de bits définis (0 ou 1)), d'un train d'impulsions (avec un nombre précis d'impulsions ou avec une fréquence précise).

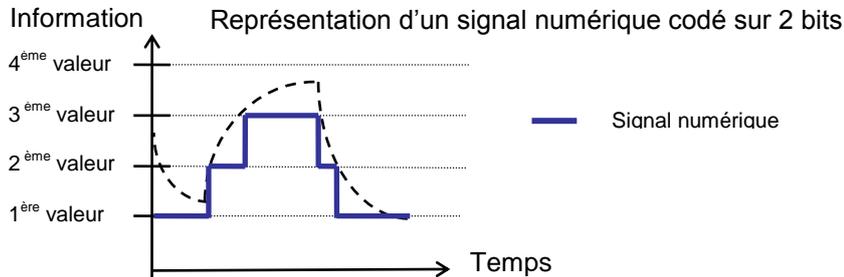
Une information qui ne prend qu'un nombre fini de valeurs est dite numérique.

Le nombre de valeurs nécessaires pour coder une information est déterminé par la formule suivante : **Nombre de valeurs = 2^N** avec N étant le nombre de bits nécessaire au codage.



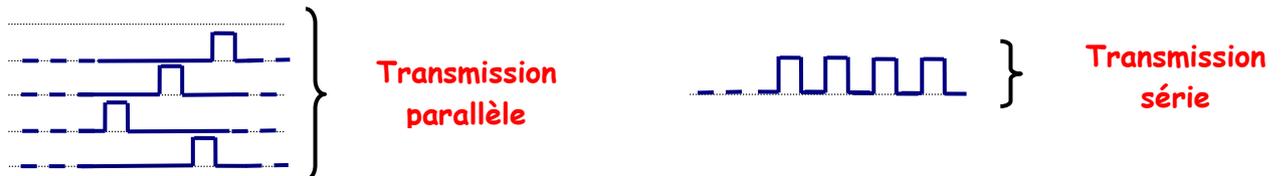
LES CAPTEURS

Exemple de codage pour 4 valeurs possibles :



Les capteurs numériques vont être capables de transmettre des valeurs déterminant des positions, des pressions, des températures, etc...

Les informations qui sont des combinaisons de signaux 0-1, sont transmises à l'unité de traitement et peuvent être lues **soit en parallèle, soit en série.**



Quelques exemples de capteurs qui peuvent délivrer un signal numérique :

Les codeurs optiques (absolus et incrémentaux)...

Les informations transmises par les bus de données industriels ou en domotique, les lecteurs de cartes magnétiques ou de codes-barres sont numériques.

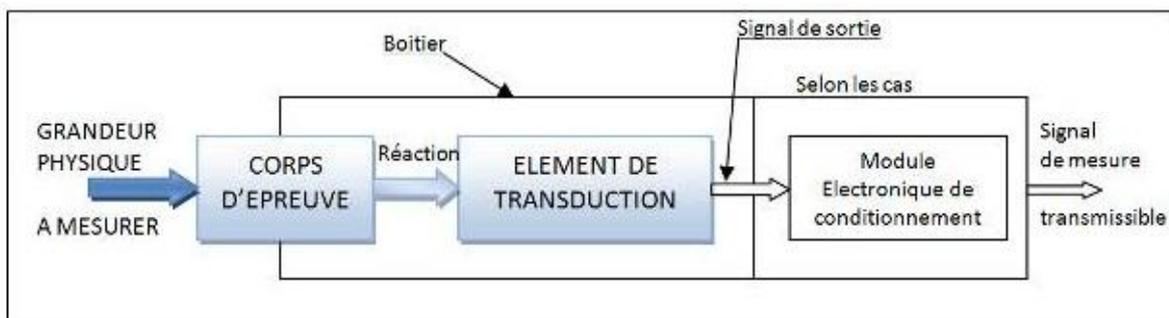
IV - CONSTITUTION D'UN DETECTEUR :

Les détecteurs font partie de la famille des capteurs, l'information délivrée en sortie est de type Tout ou Rien.

Un détecteur est constitué principalement de 3 parties :

- ☞ un corps d'épreuve,
- ☞ un élément de transduction
- ☞ un boîtier.

Selon les cas, il peut être complété par **un module électronique de conditionnement.**



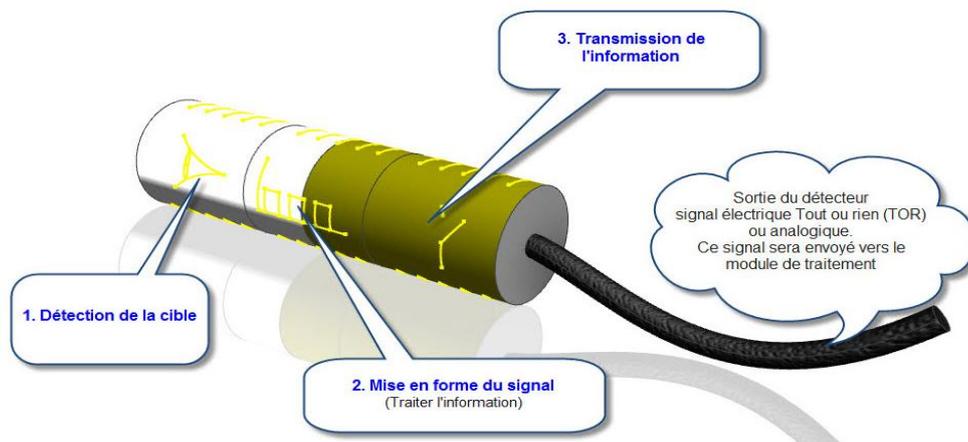


☞ Le corps d'épreuve (tête ou dispositif de commande) **est élément mécanique qui réagit sélectivement à la grandeur qu'il faut mesurer**. Il transforme la grandeur à mesurer en une autre grandeur physique dite mesurable, cette grandeur constitue la réaction du corps d'épreuve.

☞ L'élément de transduction est une partie sensible lié au corps d'épreuve. **Il traduit les réactions du corps d'épreuve en une grandeur électrique constituant le signal de sortie**.

☞ Le boîtier (ou corps) **est un élément mécanique de protection, de maintien et de fixation du capteur**.

- Le module électronique de conditionnement encore appelé "transmetteur" permet d'alimenter électriquement le capteur (le cas échéant), de mettre en forme et d'amplifier le signal de sortie, de filtrer, corriger et **mettre à niveau le signal pour la transmission**.



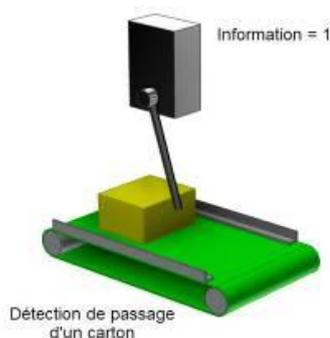
V - LES DEUX PRINCIPALES CATEGORIES DE DETECTEUR

V.1 - Introduction :

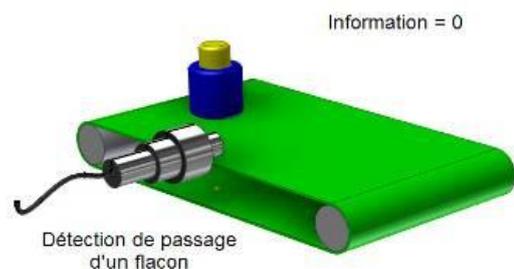
On peut classer les capteurs en fonction par exemple du type de grandeur de sortie (conditionneur), du type de corps d'épreuve, et du type de traitement interne.

De manière très simplifiée, deux grandes catégories de détecteurs sont principalement mises en œuvre :

Les capteurs avec contact



Les capteurs sans contact



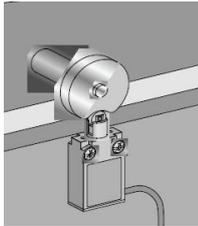
Le choix du type de détection dépend des objets et de leur environnement.



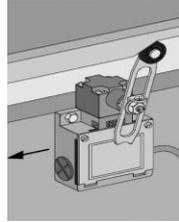
V.2 - Détection avec contact d'objets non déformables :

V.2.1 - La détection électromécanique :

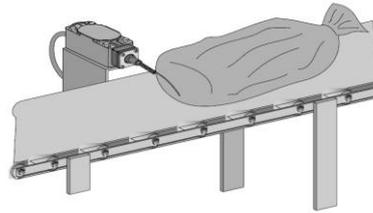
On utilise souvent pour détecter la présence des objets des interrupteurs de position électromécaniques, voici quelques exemples d'application :



Pour tête à poussoir à galets



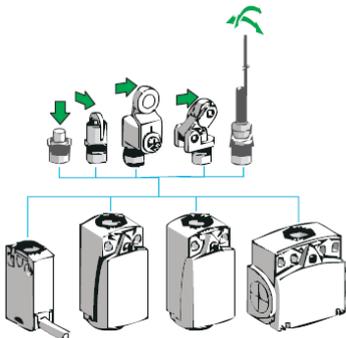
Pour tête à mouvement angulaire



Pour tête multi-directions

© Schneider Electric

Avec des interrupteurs de position électromécaniques, la détection est réalisée par un contact physique (palpeur ou organe de commande) avec un objet ou un mobile.



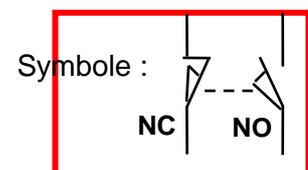
Mouvements de capteurs © Schneider Electric

Le palpeur, ou organe de commande, peut avoir différents degrés de liberté ou de mouvements (rectiligne, angulaire, multi-directions).

La détection est alors possible dans de multiples positions, l'adaptation aux objets à détecter est alors plus aisée.

Le capteur transforme l'information et la transmet au système de traitement par le biais d'un contact électrique (information tout ou rien). La manœuvre des contacts est un critère important pour les fabricants.

Détections possibles : tout objet solide ou non déformable (contact avec l'objet)



Avantages :

- sécurité de fonctionnement élevée fiabilité des contacts et manœuvre positive d'ouverture
- bonne fidélité sur les points d'enclenchement (jusqu'à 0,01 mm)
- séparation galvanique des circuits
- bonne aptitude à commuter les courants faibles, combinée à une grande endurance électrique
- tension d'emploi élevée
- mise en œuvre simple, fonctionnement aisé et bien visualisé
- grande résistance aux ambiances industrielles

Technologie : 2 fils ou conducteurs électriques sont nécessaires pour effectuer le raccordement d'un capteur électromécanique.



V.2.2 - Les codeurs optiques :

Problématique :

On souhaite déterminer en permanence la position d'un objet sur un tapis par exemple.

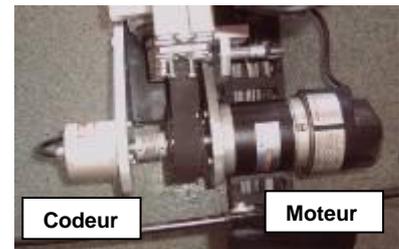
Une solution possible : On pourrait installer de nombreux capteurs électromécaniques, mais la précision obtenue lors des déplacements de l'objet ne serait pas satisfaisante.

Un constituant peut permettre de déterminer et contrôler la situation, le déplacement d'un objet, c'est un capteur angulaire de position.

V.2.2.1 - Constitution :

Un codeur optique rotatif est composé

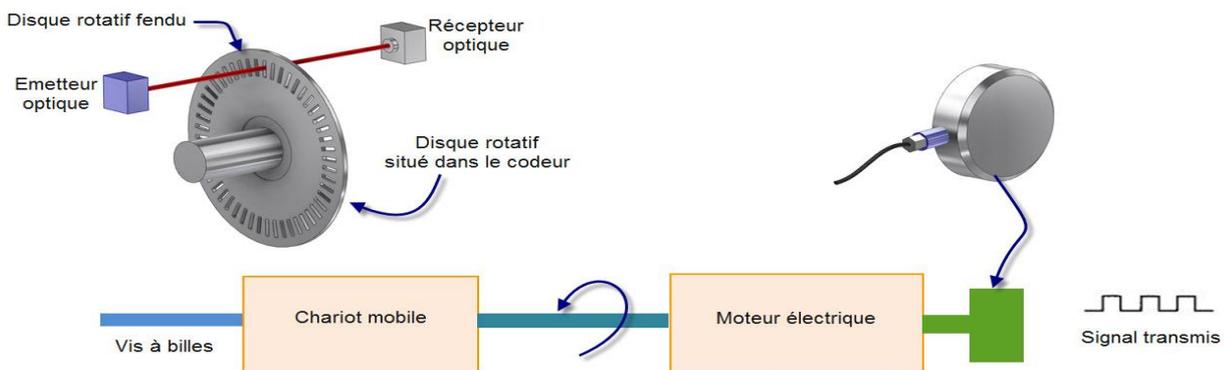
- ☛ d'un émetteur de lumière (LED),
- ☛ d'un récepteur photosensible,
- ☛ d'un disque lié mécaniquement par son axe à l'organe du système à contrôler.



Le disque est composé d'une succession de zones opaques et transparentes.

La lumière émise par des LED arrive sur des photodiodes chaque fois qu'elle traverse les zones transparentes du disque. Les photodiodes délivrent alors un signal électrique qui est amplifié puis converti en signal carré, avant d'être transmis vers une unité de traitement.

Lorsque le disque tourne, le signal de sortie transmis par le codeur est une suite **de signaux carrés**.



V.2.2.2 - Principe de fonctionnement :

Lorsque l'objet à contrôler se déplace, le disque gradué est mis en rotation et permet de générer des impulsions. **Le nombre d'impulsions par tour** appelé **résolution** optique correspond au nombre de graduations sur le disque ou à un multiple de celui-ci.

Plus le nombre de points est important plus le nombre de mesures par tour permettra une division plus fine du déplacement ou de la vitesse du mobile relié au codeur.

La précision s'exprime par le rapport : distance parcourue pour 1 tour / nombre de points



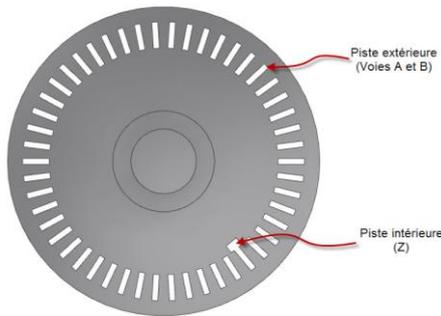
V.2.2.3 - Les différents types de codeurs optiques :

Pour répondre aux applications industrielles, il y a plusieurs familles principales de codeurs :

Les codeurs incrémentaux

Les codeurs incrémentaux sont constitués d'un disque composé **de parties opaques et translucides**, il y a une piste extérieure (voies A et B) divisée en "n" intervalles d'angles égaux, une piste intérieure Z qui comporte une seule fenêtre transparente.

Deux photodiodes décalées installées derrière cette piste projette une lumière sur le disque qui en rotation laisse ou non passer la lumière.



3 voies sont alors disponibles, une voie A donnant « n » impulsions par tour, une voie B identique à la A mais décalées de 90° et une voie Z donnant une seule impulsion par tour.

Les deux photodiodes délivrent des signaux carrés A et B chaque fois que le faisceau lumineux traverse une zone transparente.

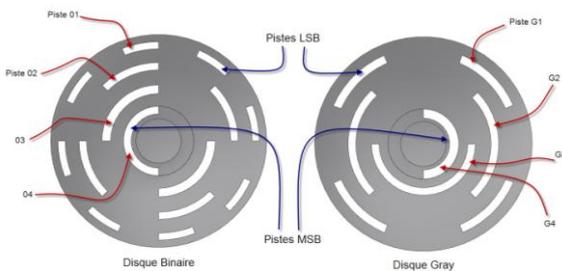
On peut ainsi compter le nombre d'impulsions reçu et connaître la position relative d'un mobile, on peut donc contrôler un déplacement en effectuant le comptage ou le décomptage des impulsions.

Le décalage entre la voie A et B permet de connaître le sens de rotation du codeur.

Ce type de codeur nécessite une mise à zéro à la mise sous tension. Le signal Z, appelé « top zéro », est synchrone avec les signaux A et B. Il définit donc une position de référence et permet la réinitialisation à chaque tour.

Les codeurs absolus de position

Ils permettent également de connaître la position d'un mobile et de contrôler son déplacement, son fonctionnement est similaire à celui d'un codeur incrémental, seule la nature du disque est différente.



Le disque est en effet composé de plusieurs pistes concentriques divisées en segments égaux successivement opaques et transparents. Ils ont un émetteur-récepteur par piste qui envoie un signal lumineux et ainsi donne les informations

Le codeur absolu donne un code qui est l'image de la position exacte d'un mobile à surveiller sur un tour ou sur plusieurs tours.

Le code numérique délivré par un codeur rotatif absolu est généralement soit du binaire naturel (binaire pur), soit du binaire réfléchi, encore appelé code Gray.



La première piste intérieure est composée d'une moitié opaque et d'une moitié transparente. La lecture de cette piste permet de déterminer à un demi-tour près où se situe l'objet (MSB : Most Significant Bit). Les pistes suivantes, du centre vers l'extérieur du disque, sont divisées en 4 quarts alternativement opaques et transparents. La piste extérieure correspond au bit de poids le plus faible (LSB : Least Significant Bit).

Le nombre de sorties parallèles est le même que le nombre de bits ou de pistes sur le disque.

La combinaison de tous les signaux à un instant donné, donne la position du mobile.

Le codeur absolu ne garde pas la trace des parasites et peut fonctionner immédiatement après une coupure d'alimentation du réseau électrique

Exemple de fonctionnement des codeurs sur le site de l'académie d'Aix-Marseille :
<http://www.stielec.ac-aix-marseille.fr/cours/abati/flash/codeur.swf>

V.3 - Détection sans contact :

Plusieurs solutions peuvent être mise en œuvre en fonction de la nature de l'objet : métalliques, isolants, liquides, en poudre... sans détérioration et sans usure (détecteur statique)

V.3.1 - La détection proximité inductive

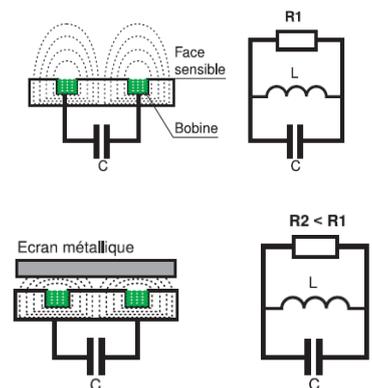
Détecteurs possibles : sans contact pour tous les objets métalliques de forme quelconque.

Principe de fonctionnement

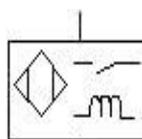
Un circuit inductif (bobine d'inductance L) constitue l'élément sensible. Ce circuit est associé à un condensateur de capacité C pour former un circuit résonnant à une fréquence Fo généralement comprise entre 100 KHz et 1 MHz. Un circuit électronique permet d'entretenir les oscillations du système selon la formule suivante

$$F_0 = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$$

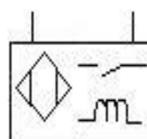
Ces oscillations créent un champ magnétique alternatif devant la bobine. Un écran métallique placé dans le champ est le siège de courants de Foucault qui induisent une charge additionnelle modifiant ainsi les conditions d'oscillation. La présence d'un objet métallique devant le détecteur diminue le coefficient de qualité du circuit résonnant.



Symboles :



2 fils



3 fils

Caractéristiques principales :

☞ La portée de travail :



La portée de travail d'un détecteur de proximité inductif varie avec les paramètres suivants:

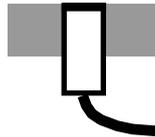
- La **dimension** de la pièce à détecter.
- La **température ambiante**.
- La **tension d'alimentation** du détecteur.
- La **nature du matériau** à détecter.

Remarque: La portée nominale d'un détecteur est donnée pour un matériau à détecter en acier doux.

- Les différents montages:

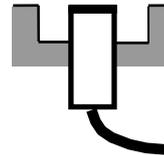
On retrouve de par leur construction, des détecteurs qui sont noyables ou non noyables dans une masse métallique.

Détecteur noyable



Avantage : Pas d'influence latérale

Inconvénient : Portée réduite



Détecteur non noyable

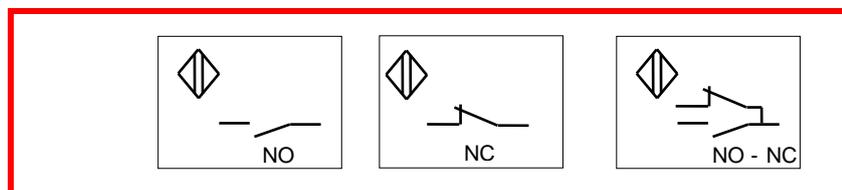
Portée 2 fois > à celle d'un modèle noyable

Dégagement latéral pour éviter l'influence des masses métalliques

- Equivalence électrique :

Contacts de sortie: Les détecteurs sont disponibles avec des sorties:

- à **Fermeture NO** : **Le transistor ou thyristor de sortie devient passant en présence d'un écran.**
- à **Ouverture NC** : **Le transistor ou thyristor de sortie devient bloqué en présence d'un écran.**
- à **Inverseur NO/NC** : **On a alors deux sorties complémentaires.**



Lors de la mise en œuvre d'un capteur, deux contraintes électriques se posent :

- ↑ **Son alimentation en énergie électrique.**
- ↑ **Son raccordement.**

On retrouve deux grandes catégories, les détecteurs dits "**Technique 2 fils**" et "**Technique 3 fils**"

Technique 2 fils:

Les appareils de cette catégorie se branchent **en série avec la charge à commander**. Il présente :

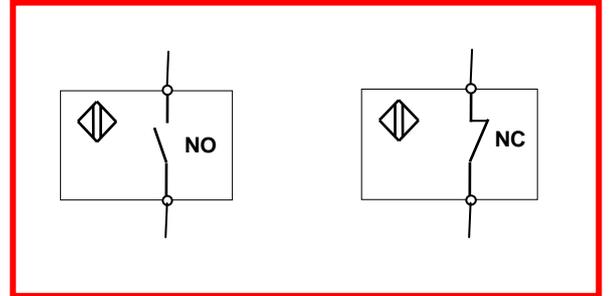


LES CAPTEURS

- Un courant résiduel I_r : **Courant qui traverse le détecteur à l'état bloqué.**
- Une tension de déchet U_d : **Tension aux bornes du détecteur à l'état passant.**

Ces détecteurs 2 fils sont disponibles:

- en alimentation courant continu non polarisé.
- en alimentation courant alternatif/continu.



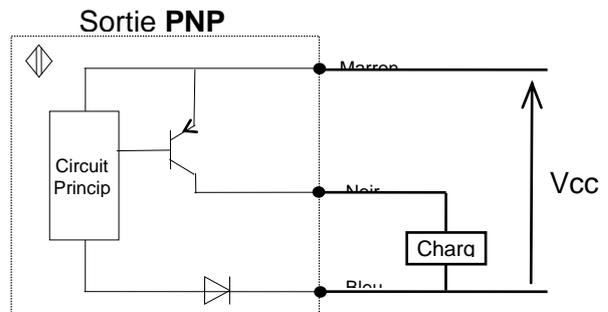
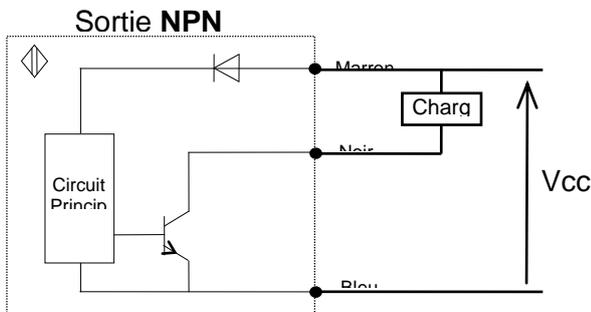
Technique 3 fils :

Les détecteurs 3 fils sont alimentés **en courant continu**. Ils comportent **deux fils pour l'alimentation et un fil pour la transmission du signal de sortie**. Certains appareils ont un fil supplémentaire (type 4 fils NO + NC).

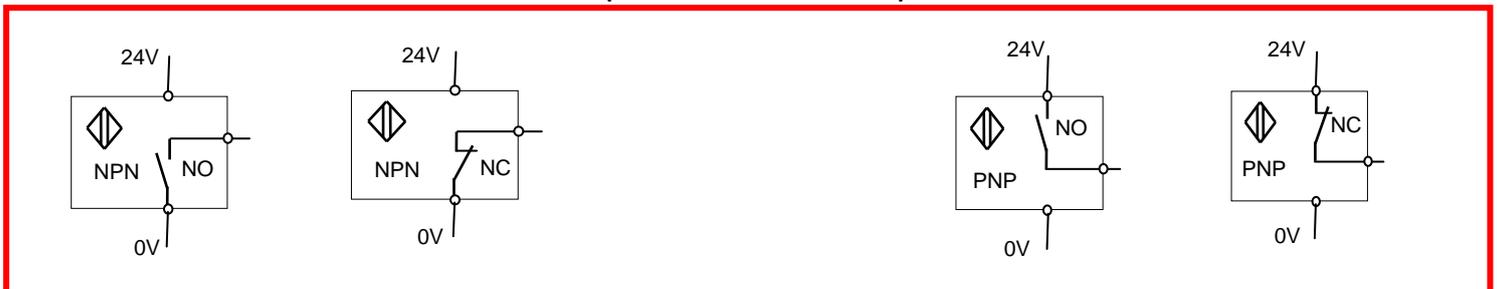
Ces appareils n'ont pas de courant résiduel et leur tension de déchet est négligeable. Seule leur limite de courant commuté est à prendre en compte pour vérifier la compatibilité entre détecteur et charge.

Les détecteurs 3 fils sont en général de deux types à sortie PNP ou à sortie NPN

- Les détecteurs à sortie PNP sont utilisés lorsque la charge à commander a déjà une de ces bornes connectée au potentiel négatif de l'alimentation.
- Les détecteurs à sortie NPN sont utilisés lorsque la charge à commander a déjà une de ces bornes connectée au potentiel positif de l'alimentation.



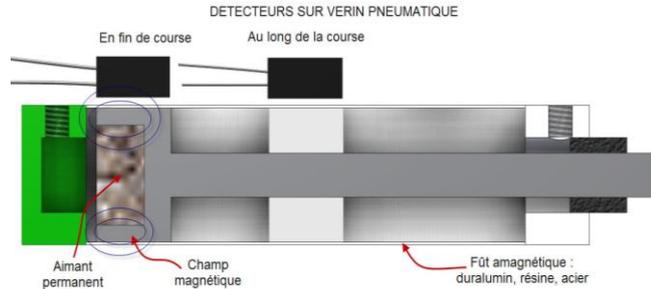
Représentation schématique





LES CAPTEURS

V.3.2 - La détection proximité magnétique : Les ILS

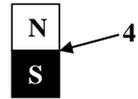
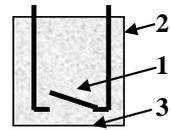


Principe de détection :

Un interrupteur à lame souple est constitué d'un corps (2) à l'intérieur duquel est placé un contact électrique métallique souple (1) **sensible aux champs magnétiques**.

Lorsqu'un champ magnétique (4) est dirigé sur la face sensible (3) du capteur, **le contact s'établit entre les deux bornes du capteur**.

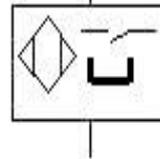
Ce type de détecteurs est souvent monté directement sur le corps de vérins en tant que fin de course (dans ce type de montage, le piston du vérin est magnétisé).



Utilisation :

- Détection de fermeture de portes ou fenêtres (domotique)
- Détection de la position d'un vérin sur les systèmes automatisés

Symbole :

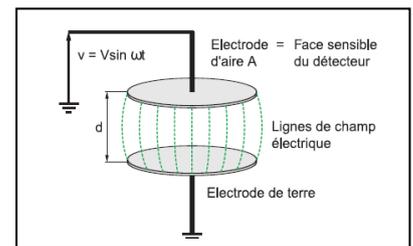


V.3.3 - La détection capacitive :

Détections possibles : Tous types de matériaux conducteurs et isolants (verre, huile, bois, plastique, etc), sans contact **mais le distance de détection est faible**

Principe de détection :

Le principe de la détection capacitive repose sur un circuit oscillant RC. 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 condensateur.



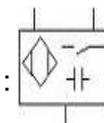
Avantages :

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

Portée de détection :

- jusqu'à 50mm pour les plus courants
- dépend de l'épaisseur des objets

Symbole :





Technologie mise en œuvre :

- 3 fils, PNP ou NPN

Utilisation :

- contrôle de remplissage de liquides dans des flacons ou des cuves
- détection de la présence de matériaux pulvérulents dans des trémies

V.3.4 - La détection photoélectrique :

Dans les systèmes automatisés, on peut détecter une présence, sans contact avec un objet ou une personne, voir même en être très éloigné. On utilise entre autre des détecteurs de proximité photo électrique : la seule restriction étant que les objets soient **opaques**.

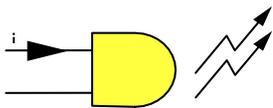
La détection varie de quelques millimètres jusqu'à 300m

Principe de détection :

Ils sont constitués d'un émetteur qui envoie un faisceau lumineux infrarouge et d'un récepteur recevant ce faisceau si l'objet est non présent.

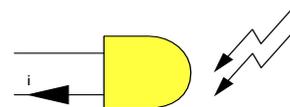
Le composant d'émission

Les détecteurs photoélectriques utilisent des diodes électroluminescentes (DEL) qui transforment le signal électrique en signal lumineux monochromatique. On utilise souvent des diodes bi chromatiques.



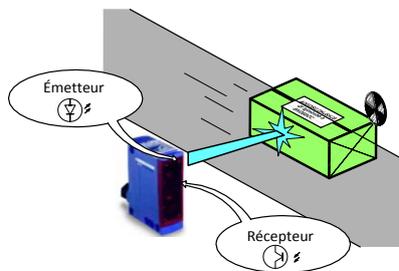
Le composant de réception

C'est par un effet de photoluminescence qu'un courant électrique est généré dans la photodiode ou le phototransistor.



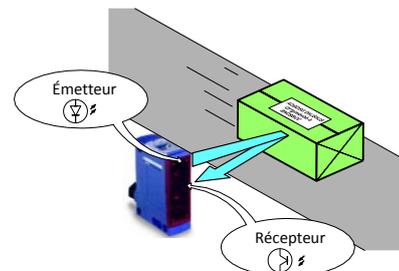
Les deux systèmes mis en œuvre :

Détection par blocage de la lumière émise



- mode barrage,
- mode réflex,
- mode réflex polarisé.

Détection par renvoi de la lumière émise



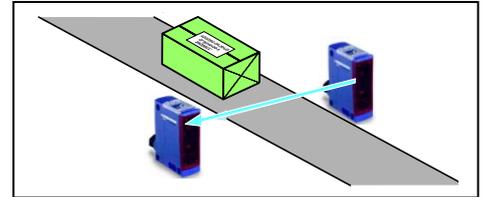
- mode proximité,
- mode proximité avec effacement de l'arrière



LES CAPTEURS

☛ Système barrage :

- **Emetteur et récepteur sont situés dans 2 boîtiers séparés cela permet d'avoir des distances entre les deux importantes (30 m).**



- Ils sont bien adaptés aux environnements difficiles (fumées, poussières)

Avantages :

- **utilisation pour des longues distances**
- détection précise et fiable,
- adapté aux environnements difficiles,
- détection d'objets brillants,
- pas de zone aveugle.

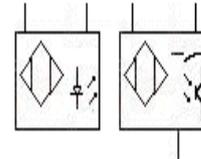
Inconvénients :

- **2 Boîtiers à câbler**
- Réglage difficile sur longue distance

Remarque :

- Demande un alignement précis de l'émetteur et du récepteur (pour une longue distance).
- Le diamètre du faisceau est connu, il détermine ainsi la taille minimum de l'objet que l'on pourra détecter

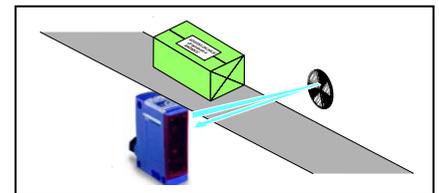
Symbole :



☛ Système reflex :

- **Emetteur et récepteur sont regroupés dans un même boîtier. La portée est d'environ 10 m.**

- En l'absence de l'objet, le faisceau est renvoyé par un réflecteur.
- En présence de l'objet, le faisceau n'est pas renvoyé : il y a alors détection.
- Si des objets brillants perturbent la réflexion il faut alors utiliser un système reflex polarisé.



Avantages :

- **un seul boîtier (émetteur + récepteur),**
- portée courte ou moyenne,
- facilité de mise en œuvre.

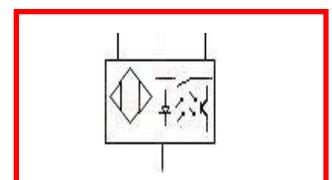
Inconvénients :

- **Sensible aux objets brillants**
- Zone aveugle liée au type de réflecteur

Remarques :

- en général l'objet à détecter doit être plus grand que le réflecteur,
- éviter les réflexions parasites (objets brillants ou l'arrière plan).

Symbole :



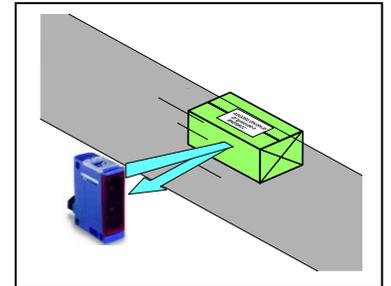


LES CAPTEURS

☛ Système proximité :

Emetteur et récepteur sont regroupés dans un même boîtier.

- La portée dépend du pouvoir réfléchissant et de la dimension de l'objet.
- En l'absence de l'objet, le faisceau n'est pas renvoyé.
- En présence de l'objet, le faisceau est renvoyé il y a alors détection.
- Les détecteurs comportent un dispositif de réglage de la sensibilité



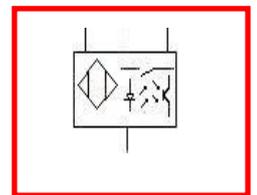
- Avantages :**
- **un seul boîtier (émetteur + récepteur),**
 - détection de cible à coefficient de réflexion élevé (de 0,6 à 0,9).

Symbole :

Inconvénients : - **faibles distances de détection,**

- sensible au coefficient de réflexion de l'objet (couleur et état de surface),
- zone aveugle,
- sensible à l'arrière plan.

Remarque : Sensibilité fixe ou réglable.



V.3.5 - La détection à ultrasons pour tous types d'objets.

Principe

Les ultrasons sont produits électriquement à l'aide d'un transducteur électroacoustique (effet piézoélectrique) qui convertit l'énergie électrique qui lui est fourni en vibrations mécaniques grâce aux phénomènes de piézoélectricité ou de magnétostriction.

Le principe consiste à mesurer le temps de propagation de l'onde acoustique entre le capteur et la cible.

La vitesse de propagation est de 340 m/s dans l'air à 20 °C, par ex. pour 1 m le temps à mesurer est de l'ordre de 3 ms. Ce temps est mesuré par le compteur d'un microcontrôleur.

L'avantage des capteurs ultrasons est de **pouvoir fonctionner à grande distance (jusqu'à 10 m), mais surtout d'être capable de détecter tout objet réfléchissant le son indépendamment de la forme et de la couleur.**

Application

Excité par le générateur haute tension le transducteur (émetteur-récepteur) génère une onde ultrasonique pulsée (de 100 à 500 kHz suivant le produit) qui se déplace dans l'air ambiant à la vitesse du son.

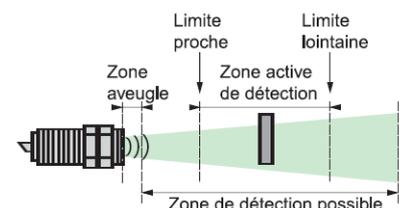
Dès que l'onde rencontre un objet, une onde réfléchi (écho) revient vers le transducteur. Un microprocesseur analyse le signal reçu et mesure l'intervalle de temps entre le signal émis et l'écho.

Par comparaison avec les temps prédéfinis ou appris, il détermine et contrôle l'état des sorties. En connaissant la vitesse de propagation du son, une distance peut être déduite selon la formule : $D = T.Vs / 2$

Avec D : distance du détecteur à l'objet,

T : temps écoulé entre l'émission de l'onde et sa réception,

Vs : vitesse du son (300 m/s).



Limites d'emploi d'un détecteur à ultrasons

© Schneider Electric



Performances de la détection à ultrasons

- ☞ Pas de contact physique avec l'objet, donc pas d'usure et possibilité de détecter des objets fragiles ou fraîchement peints.
- ☞ Détection possible de tout matériau, quelle que soit sa couleur, à la même portée, sans réglage ou facteur de correction.

V.3.6 - La détection de température :

Il existe deux grandes familles de capteurs utilisés quotidiennement dans l'industrie pour la mesure des températures les couples thermoélectriques, dits **thermocouples** et les capteurs de température à résistances dits **Pt 100** ou sondes platine, les thermistances.

Les thermocouples

Les **thermocouples** sont l'un des capteurs les plus couramment utilisés pour la mesure de températures, car ils sont relativement **peu onéreux**, tout en étant précis, et peuvent fonctionner dans une large gamme de températures.

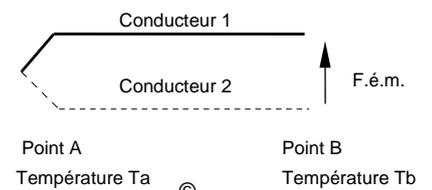
Un thermocouple est constitué de deux fils de métaux différents, réunis par soudure en une extrémité appelée « soudure chaude », qui sera exposée à la température à mesurer. L'autre extrémité des deux fils forme la « jonction de référence ». Elle doit être maintenue à une température uniforme et stable (référéncée à 0°C dans les normes). Un thermocouple est donc constitué lorsque deux métaux différents entrent en contact, ce qui produit au point de contact une faible tension en circuit ouvert qui correspond à la température. Cette tension thermoélectrique est connue sous le nom d'effet Seebeck. La tension n'est pas linéaire par rapport à la température.

Cependant, pour de *faibles variations de température*, la tension est à peu près linéaire, ou $\Delta V = S \cdot \Delta T$. Lorsque ΔV est le changement de tension, S est le coefficient de Seebeck et ΔT est la variation de température. La force électromotrice développée entre les deux conducteurs, est donc proportionnelle à la nature différente des fils et à l'écart de température entre les deux jonctions.

Il existe plusieurs types de thermocouples, désignés par des lettres capitales indiquant leur composition conformément aux conventions ANSI (American National Standards Institute). Un thermocouple de type J, par exemple, est constitué d'un conducteur en fer et d'un autre en constantan (alliage de cuivre et de nickel). Parmi les autres thermocouples, citons ceux de types B, E, K, N, R, S et T.

Les 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.



© Pairform@nce



Très connus pour leur stabilité, les capteurs de température à résistance présentent le signal le plus linéaire de tous les capteurs électroniques en matière de température, mais ils sont généralement plus onéreux que leurs équivalents à cause de leur construction plus délicate et du platine qu'ils contiennent. Les capteurs de température à résistance se caractérisent aussi par un temps de réponse élevé et par une faible sensibilité. En outre, ils nécessitent une excitation en courant et sont sujets à l'auto-échauffement.

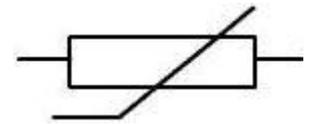
Les sondes capteurs de température à résistance sont habituellement classées par résistance nominale à 0°C. Les valeurs de résistance nominale typiques pour les capteurs de température à résistance à film métallique en platine sont 100 Ω et 1 000 Ω . La relation entre résistance et température est presque linéaire.



Sonde PT 100

Les thermistances

Les thermistances sont des semi-conducteurs thermosensibles dont **la résistance varie avec la température**, comme les capteurs de température à résistance. Les thermistances sont constituées d'un matériau semi-conducteur d'oxyde métallique encapsulé dans une petite bille d'époxy ou de verre. En outre, les thermistances présentent généralement des valeurs de résistance nominale plus élevées que les capteurs de température à résistance (de 2 000 à 10 000 Ω) et peuvent être utilisées pour de plus faibles courants.



Symbole utilisé pour une thermistance-

Chaque capteur a une résistance nominale propre qui varie de manière proportionnelle en fonction de la température selon une approximation linéaire.

Si la thermistance a une résistance qui diminue lorsque la température augmente, c'est une thermistance qui a un coefficient de température négatif (CTN). (Cas le plus courant)

Si la thermistance a une résistance qui augmente lorsque la température augmente, c'est une thermistance qui a un coefficient de température positif (CTP).

Une thermistance CTP peut servir de limiteur de courant pour la protection de circuits (à la place de fusibles ou de diodes en électronique) et comme éléments chauffants dans des fours de taille réduite à température régulée. Les thermistances CTN peuvent être utilisées pour la mesure de température et sont largement répandues dans les thermostats numériques et dans les automobiles pour surveiller la température des moteurs.

Le choix d'un capteur de température

Pour effectuer une mesure de température satisfaisante, il est nécessaire de bien connaître le milieu que l'on veut surveiller ainsi que son environnement. En particulier, il sera bon de savoir :

- **la température maximale du milieu et sa vitesse de variation**
- la composition du milieu et ses risques de réaction (oxydation, corrosion,...) vis-à-vis des matériaux du capteur
- les dimensions possibles du capteur de façon à ne pas perturber le milieu
- le mode de fixation du capteur
- le mode de raccordement
- l'historique de ce point de mesure

VI - LE RACCORDEMENT DES CAPTEURS ET DES DETECTEURS :

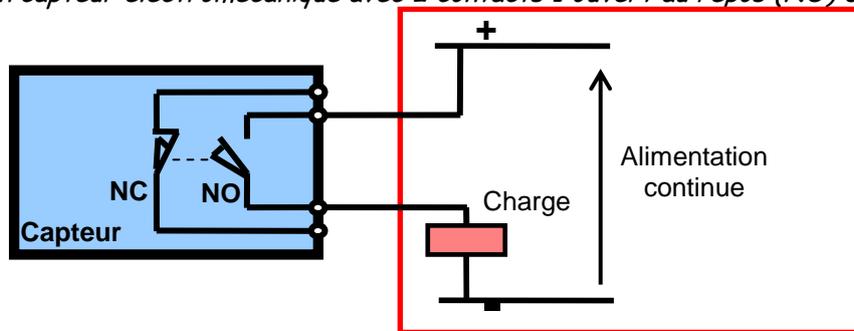
VI.1- Détecteur à contacts " sec " :

Ce type de détecteur comporte généralement au moins 2 contacts électriques (un NO et un NF). Ils peuvent être utilisés **sous différentes tensions** (inférieure à la tension maximum admissible) et **ne sont pas polarisés**.

Ce type de détecteur est souple d'utilisation mais subit l'usure des contacts électriques. Il est néanmoins relativement fiable.

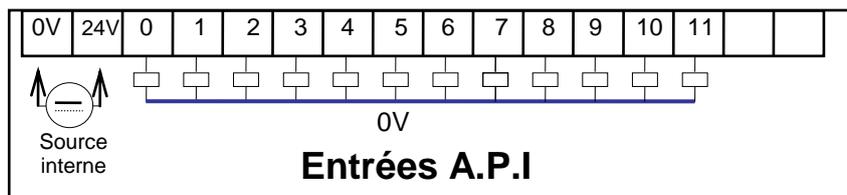
Branchement : Il se branche comme un interrupteur, en série avec le circuit à contrôler.

Exemple pour un capteur électromécanique avec 2 contacts 1 ouvert au repos (NO) et 1 fermé (NC)

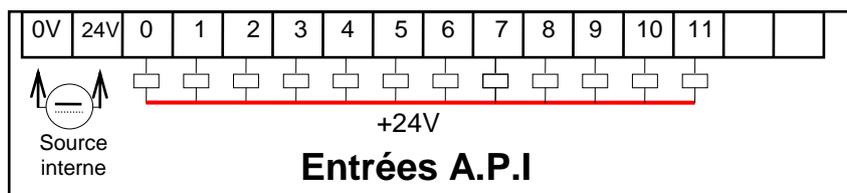


La charge peut être une lampe ou une entrée d'un automate programmable industriel alimentée en 24V courant continu par exemple.

- Lorsque le retour des charges des entrées est raccordé au **0 V**, il faut amener un potentiel positif (**+24V**) à l'entrée de l'API pour prendre en compte l'information, on parle alors de **logique positive**.



- Lorsque le retour des charges des entrées est raccordé au **24V**, il faut amener un potentiel négatif (**0V**) à l'entrée de l'API pour prendre en compte l'information, on parle alors de **logique négative**.



VI.2 - Détecteur 2 fils :

Ce type de détecteur comporte un circuit électronique qui commande une ou plusieurs sorties statiques

La plupart des détecteurs fonctionnent avec une tension continue, mais d'autres utilisent une tension alternative. Dans certaines applications, les industriels commercialisent des capteurs universels qui peuvent être raccordés indifféremment sous une tension alternative ou continue.

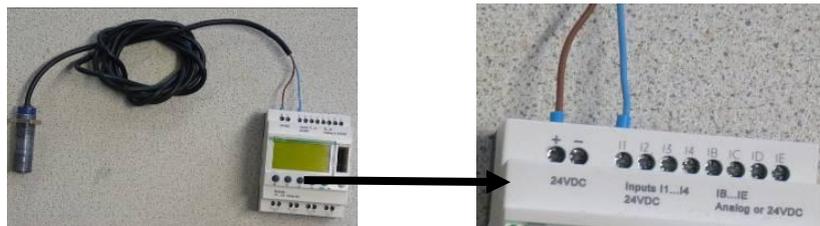
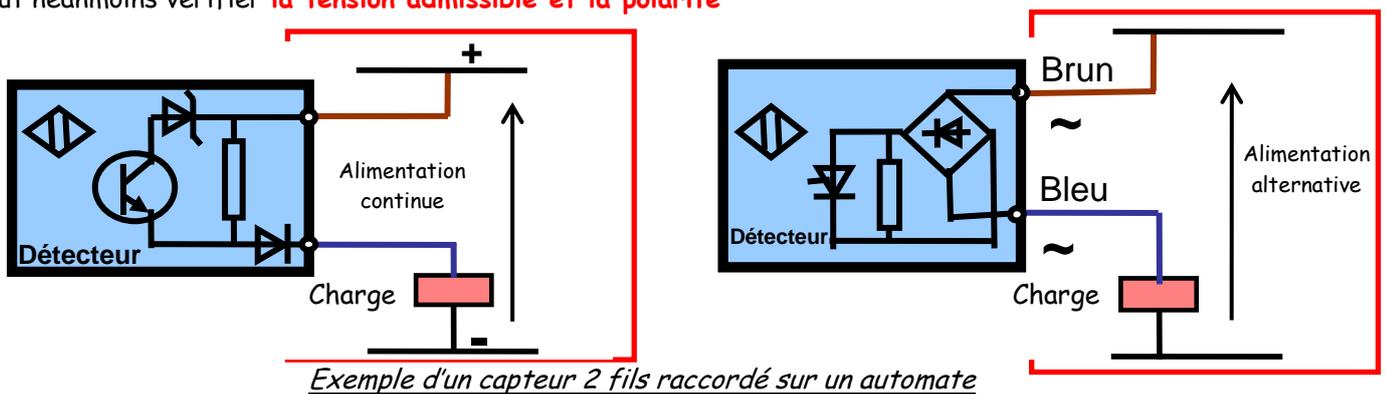
Ce type de détecteur ne comporte que deux fils et nécessite d'alimenter en énergie un circuit électronique.

Pratiquement inusable, il ne comporte pas de contacts électriques mobiles.

Il est utilisé lorsqu'il n'y a pas nécessité d'une grande fréquence de commutation sinon un détecteur 3 fils sera préconisé.

Il se raccorde comme un interrupteur, en série avec le circuit à contrôler.

Il faut néanmoins vérifier **la tension admissible et la polarité**



VI.3 - Détecteur 3 fils :

Les détecteurs 3 fils sont alimentés **en courant continu**.

Ils comportent **deux fils pour l'alimentation et un fil pour la transmission du signal de sortie**. Certains appareils ont un fil supplémentaire (type 4 fils NO + NC).

Il est pratiquement inusable car il ne comporte pas de contacts électriques mobiles.

Il est utilisé lorsqu'il y a nécessité d'une grande fréquence de commutation.

Ces appareils n'ont pas de courant résiduel et leur tension de déchet est négligeable. Seule leur limite de courant commuté est à prendre en compte pour vérifier la compatibilité entre détecteur et charge.

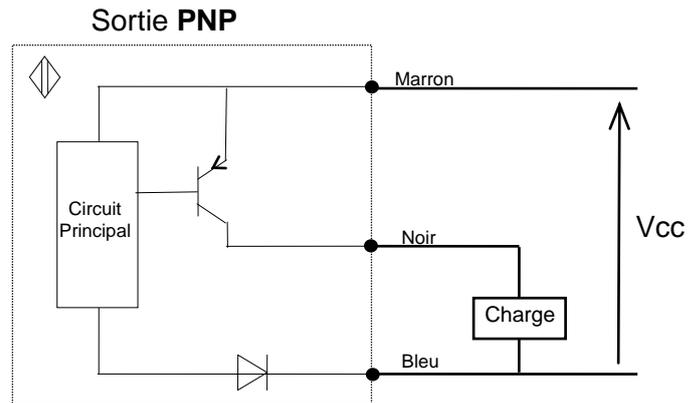
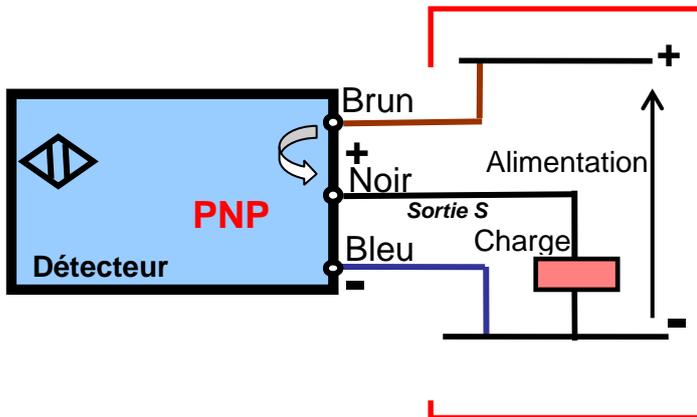
Les détecteurs 3 fils sont en général de deux types : **PNP ou NPN**

LES CAPTEURS

- Détecteurs à sortie PNP.

Les détecteurs à sortie PNP sont utilisés lorsque la charge à commander a déjà une de ces bornes connectée au potentiel **négatif de l'alimentation**.

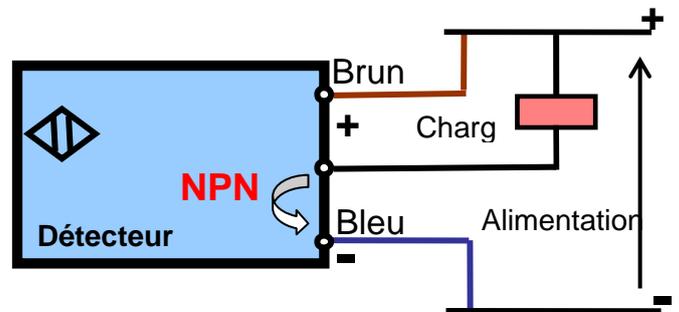
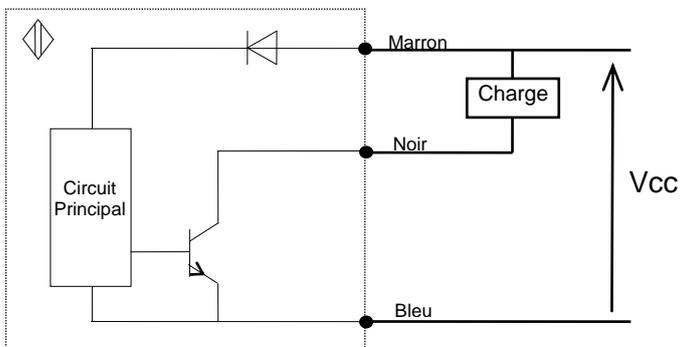
Pour comprendre le branchement, on assimilera ce dernier à un contact électrique.



- Détecteurs à sortie NPN.

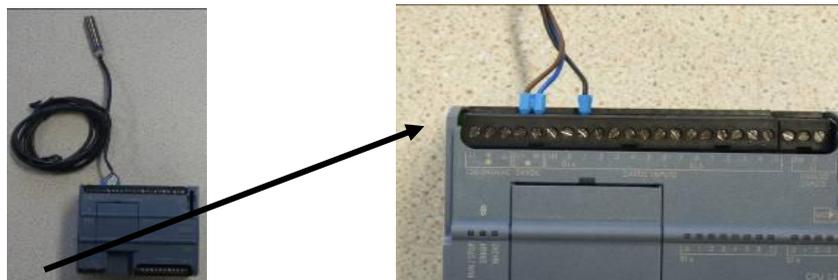
Les détecteurs à sortie NPN sont utilisés lorsque la charge à commander a déjà une de ces bornes connectée au potentiel positif de l'alimentation.

Sortie NPN



Exemple : L'API fonctionne exclusivement en logique positive (pour mettre une entrée automate au 1 logique, il faut lui imposer un potentiel de +24 Volts). Certains nouveaux automates fonctionnent soit en logique positive, soit en logique négative, ils sont configurables à l'aide d'un switch.

Exemple d'un capteur 3 fils raccordé sur un automate



	Enseignement Transversal Commun	Fiche de cours	
	LES CAPTEURS		

VII - LES APPLICATIONS GENERALES DES DIFFERENTS CAPTEURS :

Les capteurs peuvent être mis en œuvre pour la :

Détection du positionnement, de l'absence ou de la présence d'une pièce.

Les capteurs logiques (les interrupteurs de position, les détecteurs de proximité inductifs, capacitifs, photoélectriques)

Détection de grandeurs physiques comme la température, l'humidité, la pression, la vitesse.

Les capteurs analogiques et les capteurs logiques (les thermostats, pressostats, vacuostats, infrarouge)

Détection continue d'un déplacement

Les capteurs numériques (Les codeurs optiques, incrémentaux, absolus)

Détection d'identification d'un objet.

Les capteurs numériques (Les lecteurs de cartes magnétiques, de codes-barres, systèmes RFID)

Systèmes RFID : système IDentification par Radio Fréquence permet de lire et d'écrire à distance des informations stockées dans une étiquette électronique fixée sur un objet mobile.

VIII - LES CRITERES DE CHOIX A PRENDRE EN COMPTE :

Pour effectuer le choix d'un capteur, de nombreux paramètres doivent être pris en compte en fonction principalement de l'objet, la personne à détecter et de son environnement.

En fonction de l'objet :

- Le type d'objets à détecter (nature, dimension, couleur, masse, forme...), la vitesse de déplacement de l'objet, la fréquence de passage de l'objet, la proximité avec le détecteur,

En fonction de l'environnement :

- La température ambiante, le milieu d'utilisation, la classification des locaux, les influences externes,

Les conditions d'exploitation et de l'unité de traitement :

- La fréquence de manœuvre (nombre de passages à détecter), la nature, masse et vitesse du mobile à contrôler, précision et fidélité exigées.



LES CAPTEURS

En fonction du détecteur :

- Le type de détection (avec ou sans contact), l'effort nécessaire pour actionner le détecteur, la portée du détecteur, la nature de l'ambiance : (humide, poussiéreuse, corrosive, température, etc....), le type de circuit (électrique ou pneumatique)

VII - LES DEMARCHES D'AIDE AU CHOIX :

Le choix d'un capteur dépend de l'environnement, de la source d'alimentation : type et valeur de la tension ou du courant, du signal de sortie, etc...

Certains industriels précisent également les secteurs d'activité privilégiés pour la mise en œuvre des capteurs.

