

# **S8 – CONSTRUCTION ELECTRIQUE**

## **Technologies sur les capteurs**

**Savoirs et connaissances associés au référentiel BTS ATI :**

- **S882 : Détecteurs de position**
- **S883 : Capteurs**
- **S86 (Appareillages électriques) : Recherche de caractéristiques de composants**

**Séquence associée au référentiel ICAM Apprentissage 1<sup>er</sup> cycle :**

- **GEA 2 : constituants de commande**

## 1) Introduction

Un capteur est une partie de la chaîne de mesure, il reçoit la grandeur à mesurer (physique en général) et fournit une information (logique, numérique ou analogique) directement liée à cette grandeur. Dans un capteur on aura donc deux éléments indispensables (parfois confondus) :

- Le corps d'épreuve qui sera mis en présence de la grandeur à mesurer et qui réagit selon une loi connue aux variations de cette grandeur.
- Le transducteur il traduira ces variations en un signal électrique facile à exploiter dans les équipements modernes.

Le terme détecteur s'emploie lorsque le signal obtenu est logique.

Le terme capteur s'emploie lorsque le signal obtenu est analogique

Le terme codeur s'emploie lorsque le signal obtenu est numérique.

## 2) Caractéristiques des capteurs

Etendue de mesure (EM) : C'est la différence algébrique entre les valeurs extrêmes de la grandeur à mesurer pour lesquelles les limites de l'instrument sont spécifiées.

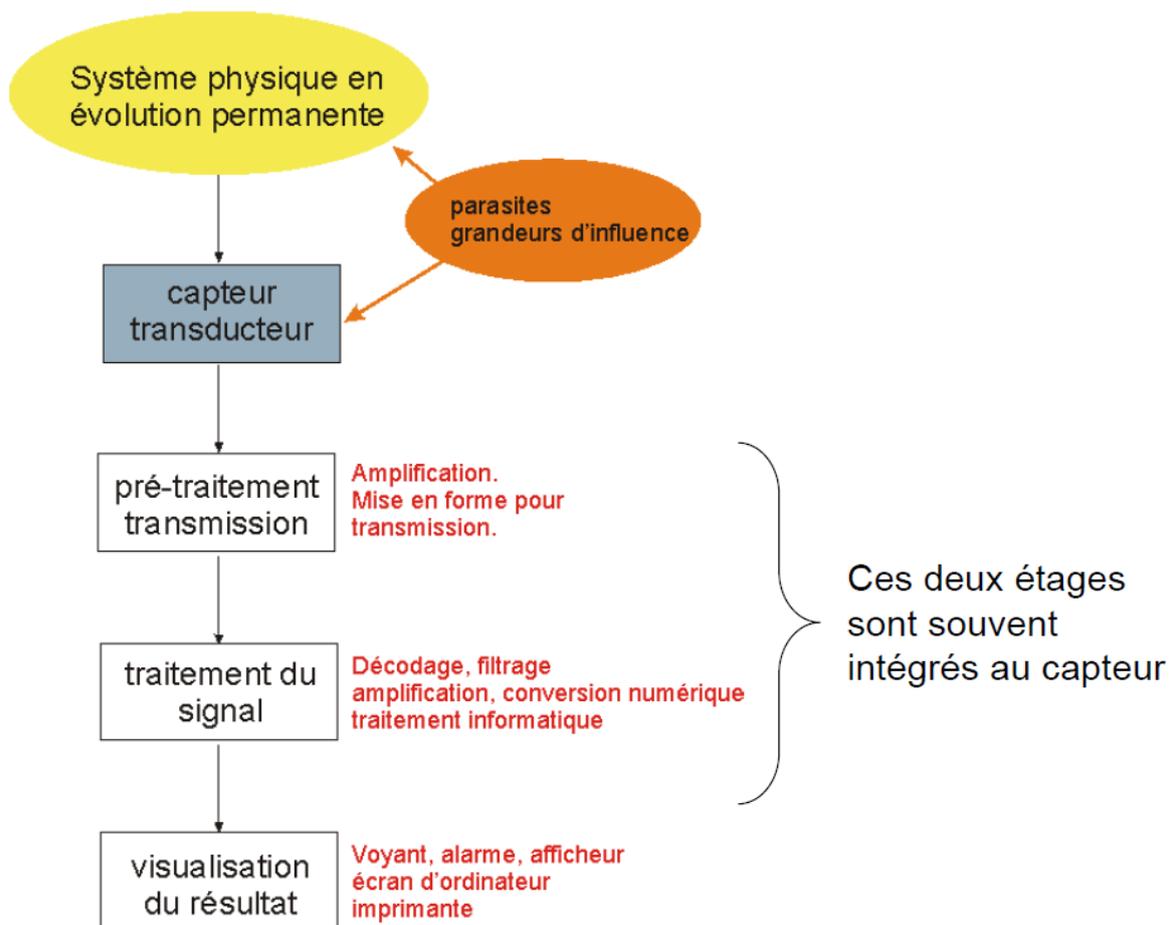
Sensibilité : C'est le quotient de l'accroissement du signal de sortie par l'accroissement correspondant du signal d'entrée.

Rapidité : C'est le temps de réponse elle exprime l'aptitude à suivre dans le temps les variations de la grandeur à mesurer.

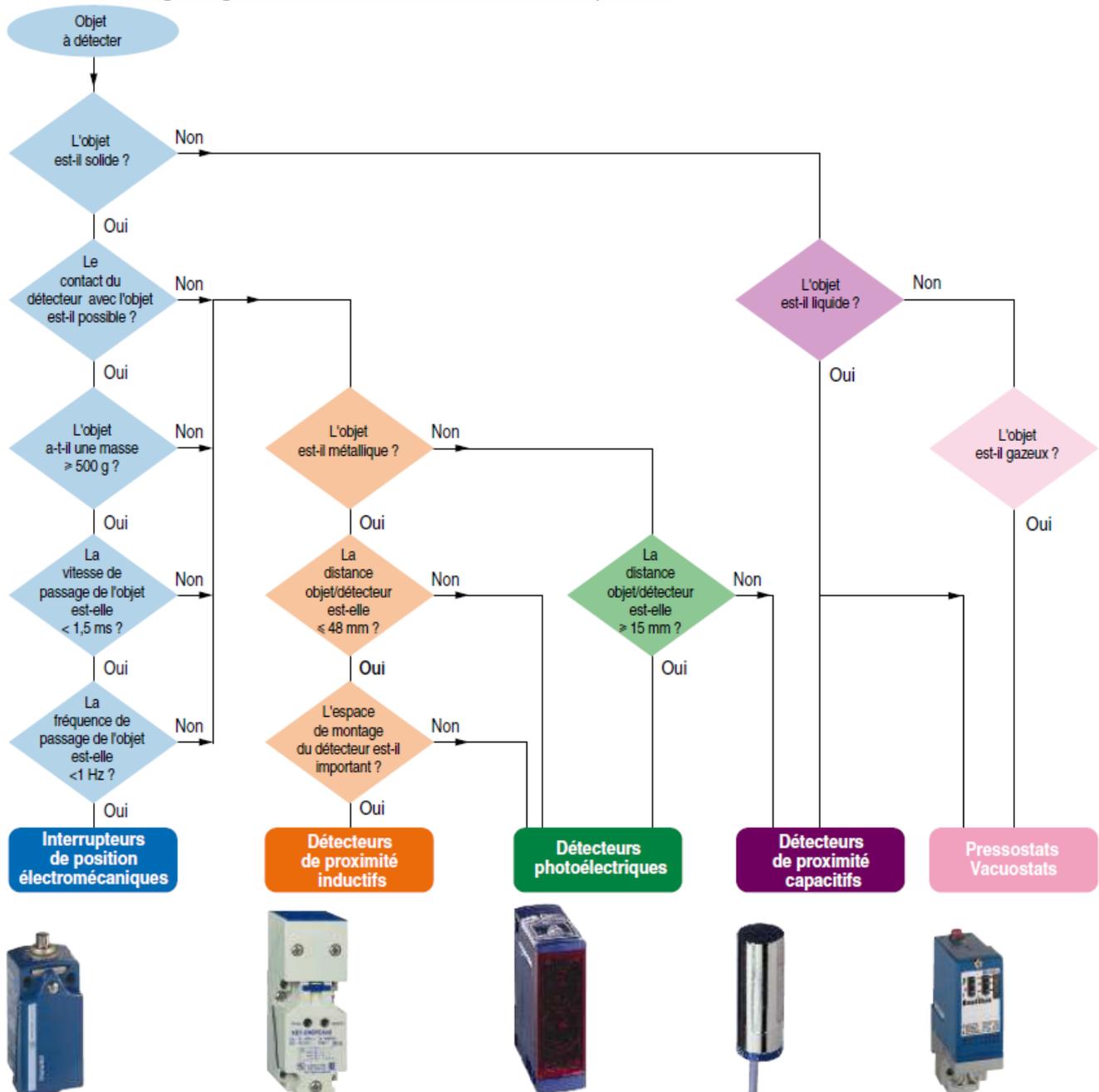
Précision de mesure : Aptitude à donner des indications proches de la valeur vraie.

Fidélité : Aptitude à donner, dans les conditions d'emploi fixées, des réponses très voisines lors de l'application répétée d'un même signal d'entrée.

### 3) Chaîne de mesure des capteurs



#### 4) Organigramme de choix d'un capteur



#### 5) Détecteurs de position

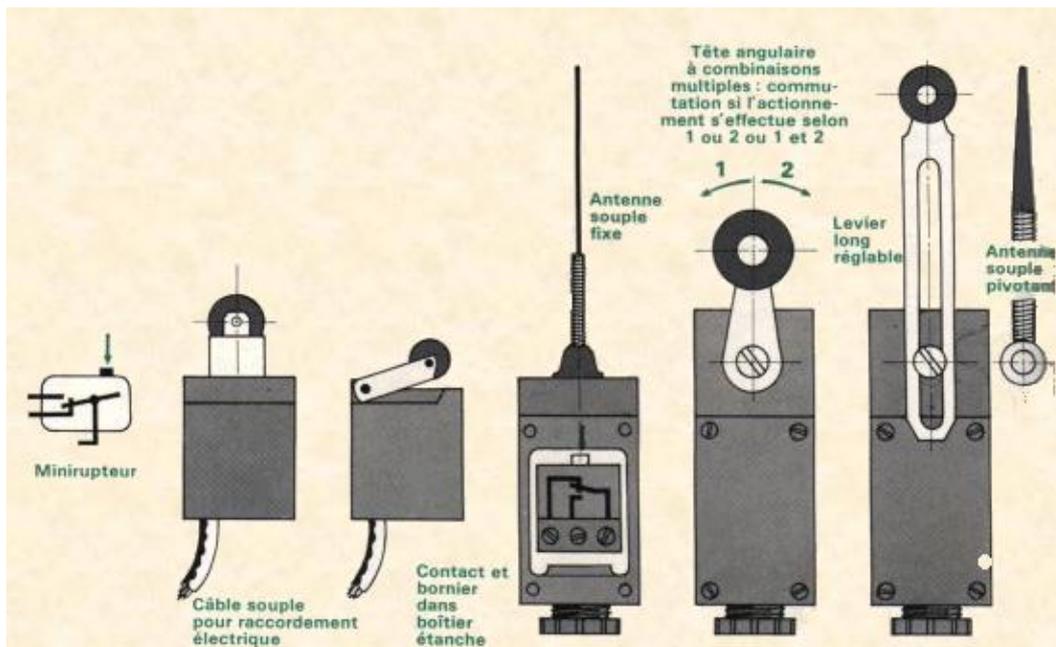
Le mobile détecté actionne mécaniquement un organe de commande qui transmet son mouvement à un contact électrique.

En aucun cas le mobile n'agit directement sur le capteur (butée, came).

La position d'action devra être réglable de façon à délivrer une information au moment voulu:

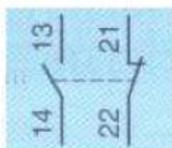
- réglage par déplacement du capteur ou de son support.
- réglage par déplacement de la butée ou de la came mobile.

Différents modes d'action de la commande :

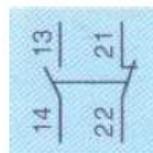


Contacts électriques :

Contacts non liés mécaniquement



Contacts liés mécaniquement



Détecteurs de sécurité utilisés pour les portes et les carters de sécurités :



Avantages:

- séparation galvanique des circuits,
- immunité aux parasites électromagnétiques,
- tension d'emploi élevée.

Inconvénients:

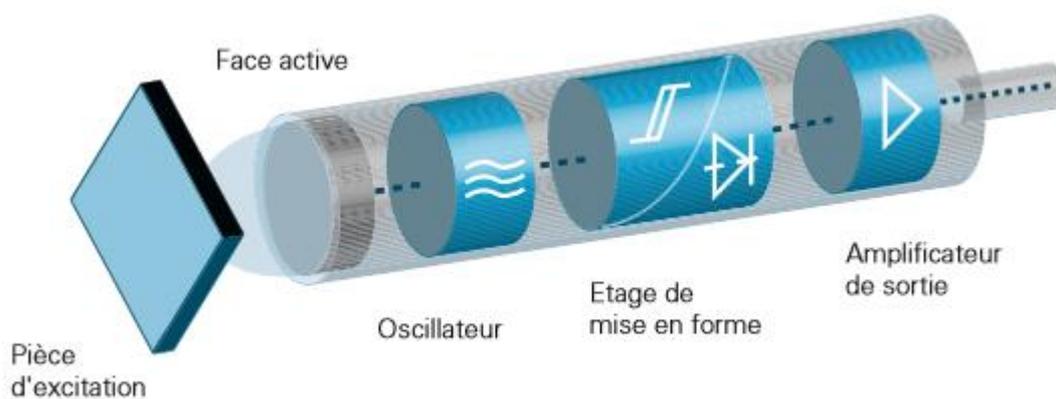
- temps de réponse,
- rebondissement des contacts,
- durée de vie.

## 6) Détecteurs de proximité inductif

Il permet de signaler la présence d'un objet métallique à proximité de sa face sensible. Il se compose essentiellement d'un oscillateur (self et capacité en parallèle) qui constitue la face sensible, il existe donc à l'avant de la face sensible un champ magnétique alternatif (fréquence de l'oscillateur entre 40 KHz et 2000 KHz). Lorsqu'un corps métallique est placé dans ce champ, des courants induits prennent naissance dans la masse du métal et ils engendrent à leur tour un champ magnétique qui s'oppose au champ principal.

Une énergie est demandée au dispositif d'entretien qui pour une valeur donnée provoque l'arrêt des oscillations.

Après une mise en forme, un circuit de commutation délivre un signal de sortie équivalent à un contact à fermeture ou à ouverture.



### Détecteurs 2 fils :

Ils se branchent comme des interrupteurs de position mécaniques à contact unique. Ils sont en série avec la charge à commander, de ce fait le détecteur prélève son alimentation au travers de la charge, ce qui entraîne:

- un courant résiduel (de fuite) à l'état ouvert.
- une tension de déchet à ses bornes à l'état fermé.

Ils sont disponibles en variantes F - O - O.F

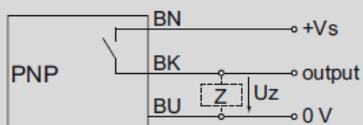
### Détecteurs 3 fils :

Les détecteurs à sortie PNP ou NPN sont composés de 3 conducteurs (+Vs, output et 0 V) et fonctionnent à courant continu (CC). Pour les détecteurs PNP, la résistance de charge se trouve entre « output » et 0 V (résistance de rappel à la masse), tandis qu'elle se situe entre +Vs et output (résistance de rappel à la source) pour les détecteurs NPN.

Lors de la commutation, la sortie PNP est donc reliée à la tension de service positive (sortie en logique positive), tandis que la sortie NPN est reliée lors de la commutation à la tension de service négative (sortie en logique négative).

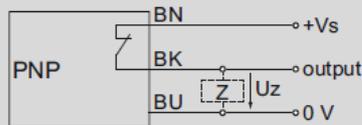
En cas d'excitation par un objet, les détecteurs avec fonction de contact à fermeture établissent des connexions de contact ( $U_z = \ll \text{high} \gg$ ), tandis que les détecteurs avec fonction de contact à ouverture suppriment ces connexions ( $U_z = \ll \text{low} \gg$ ).

Contact à fermeture PNP (NO)



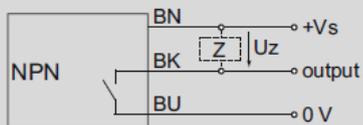
État	$U_z$	LED
non excité	low	off
excité	high	on

Contact à ouverture PNP (NC)



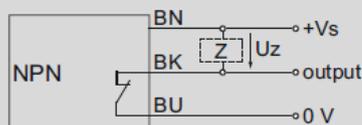
État	$U_z$	LED
non excité	high	on
excité	low	off

Contact à fermeture NPN (NO)



État	$U_z$	LED
non excité	low	off
excité	high	on

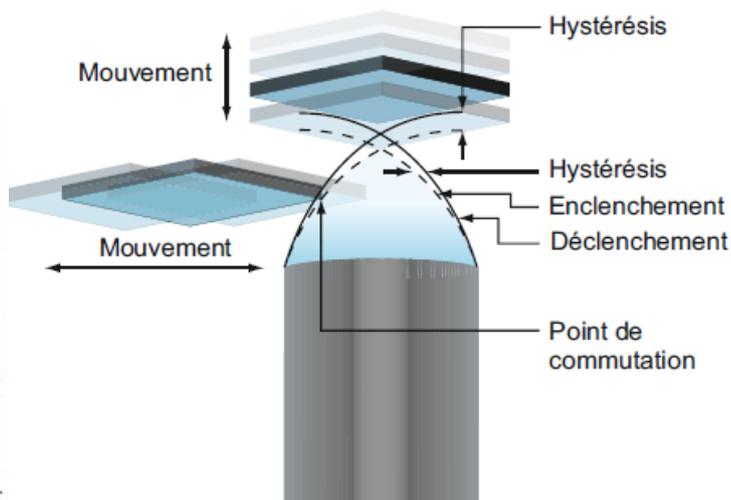
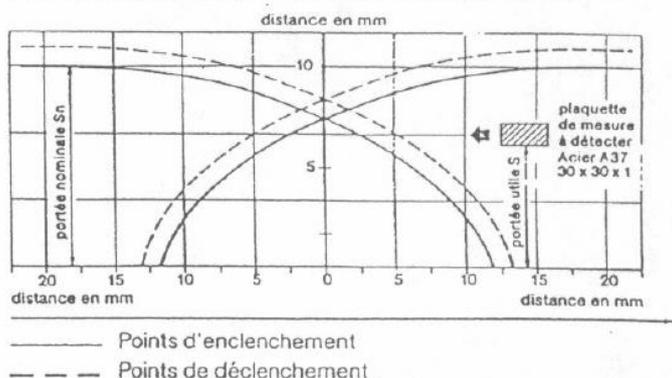
Contact à ouverture NPN (NC)



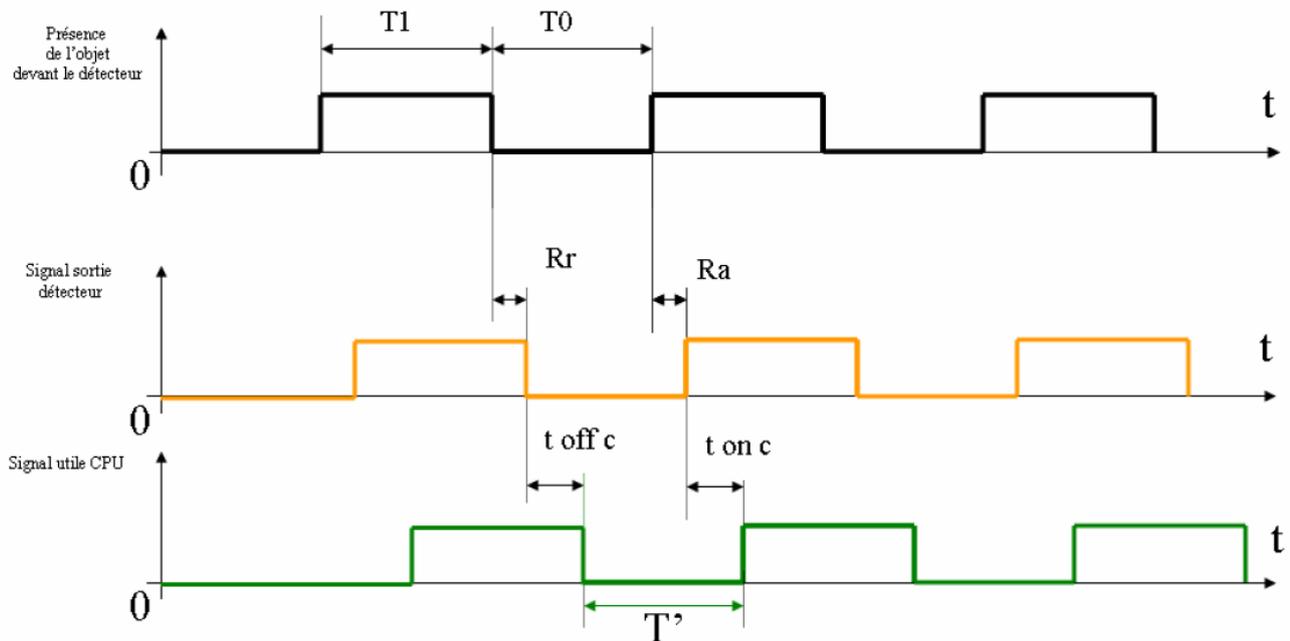
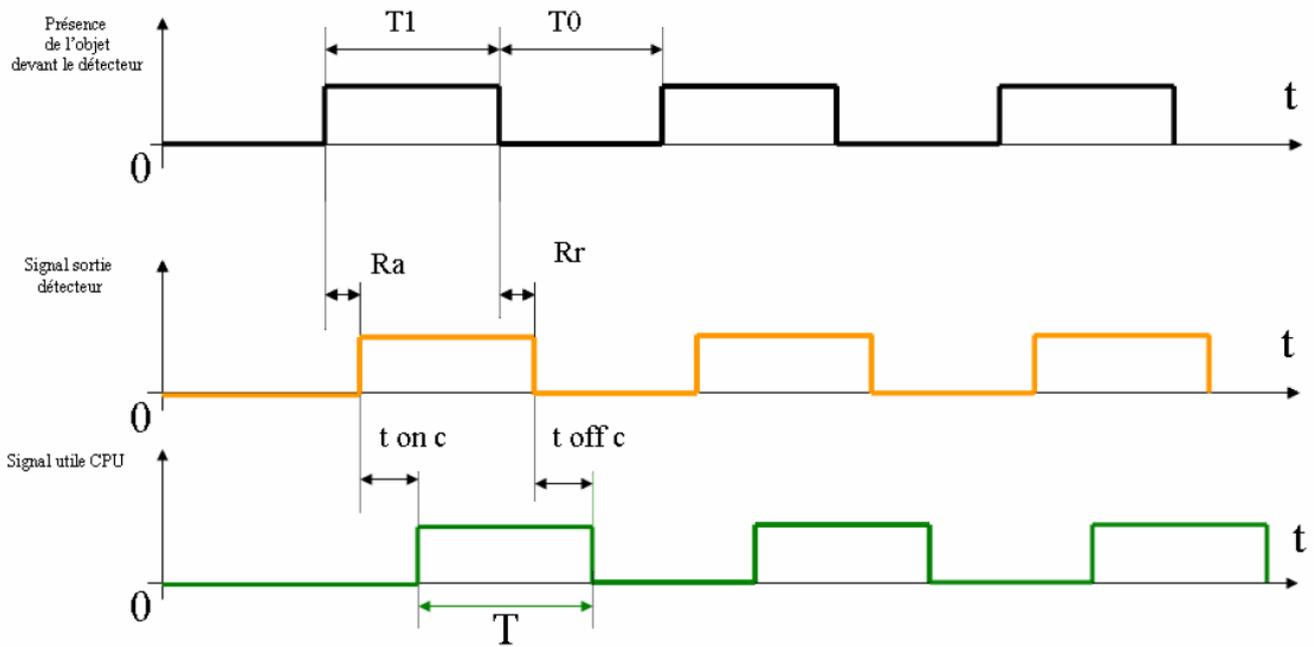
État	$U_z$	LED
non excité	high	on
excité	low	off

**Zone d'action du détecteur :**

Ø 30 (M30 x 1,5)  
XSM-C10..., XSM-H10..., XSA-C10..., XSA-H10..., XSA-A10...



**Conditions à remplir pour que le signal du détecteur soit pris en compte correctement par un A.P.I. :**



**Précautions de mise en service :**

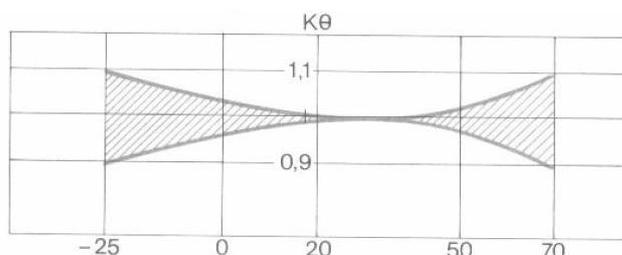
Les précautions de mise en œuvre sont les suivantes :

- Distances limites à respecter entre détecteurs pour éviter des interférences.
- Distances à respecter entre détecteur et masse métallique (bâti) diminution de la sensibilité.
- Alimentation des appareils à courant continu par redressement + filtrage (V Maxi / V mini).
- Facteurs de correction à apporter pour un calcul précis de la portée utile :

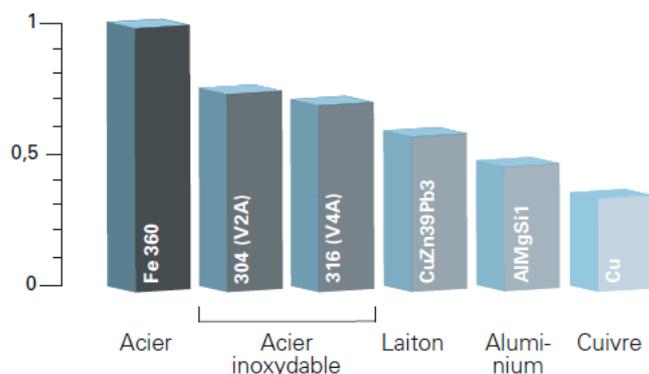
$$\text{Portée de travail} = S_n \cdot K_t \cdot K_\theta \cdot K_m \cdot K_d$$

Facteur de correction tension d'alimentation  $K_t$  (appliquer dans tous les cas  $K_t = 0,9$ ).

Facteur de correction de la température ambiante  $K_\theta$  :



Facteur de correction de la matière du mobile à détecter  $K_m$  :



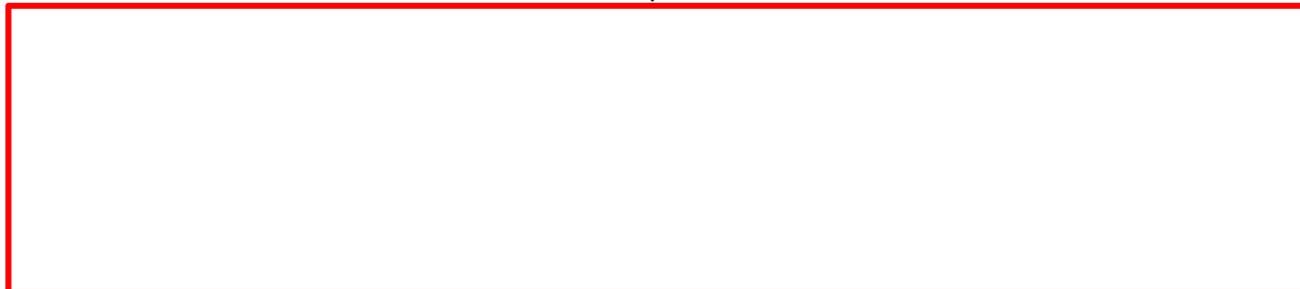
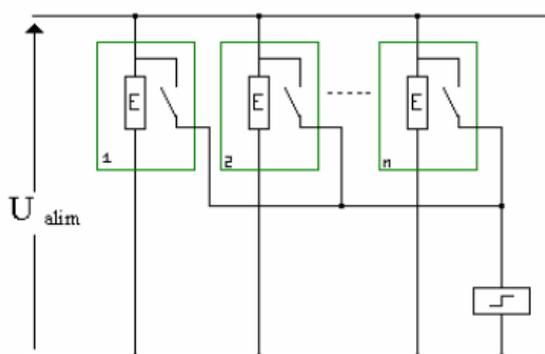
Facteur de correction des dimensions du mobile à détecter  $K_d$  :

Appliquer un coefficient de correction  $K_d$  à déterminer selon le tableau ci-dessous :

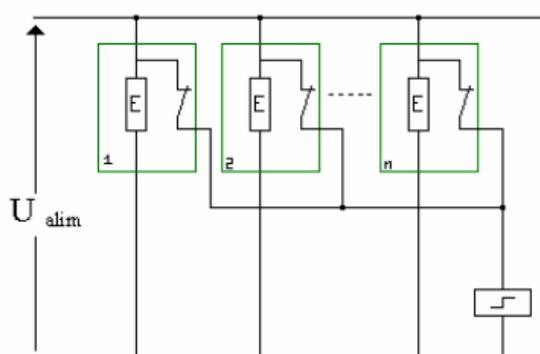
		dimensions de l'objet à détecter (mm)				
coefficient $K_d$		0,6	0,8	0,9	0,97	1
<b>XSA, XSP</b>	Ø 8	1,5	2,5	3,5	5,5	8
<b>XSA, XSP</b>	Ø 12	3	5	7	10	12
<b>XSA, XSP</b>	Ø 18	8	10	12	15	18
<b>XSA, XSP</b>	Ø 30	18	20	22	27	30
<b>XSB-•10</b>		10	15	20	30	40
<b>XSB-•25</b>		22	31	40	58	75
<b>XSC-•15</b>		13	18,5	24	34	45
<b>XSD-•40</b>		30	45	60	90	120

**Application :**

Déterminer la portée de travail d'un détecteur XSC-A150519 de portée nominale  $S_n=15\text{mm}$ , avec une variation de température de  $0^\circ\text{C}$  à  $+20^\circ\text{C}$ , sachant que le mobile à détecter a des dimensions de  $30\times 30\times 1$  et qu'il est en acier.

**Associations de capteurs:**

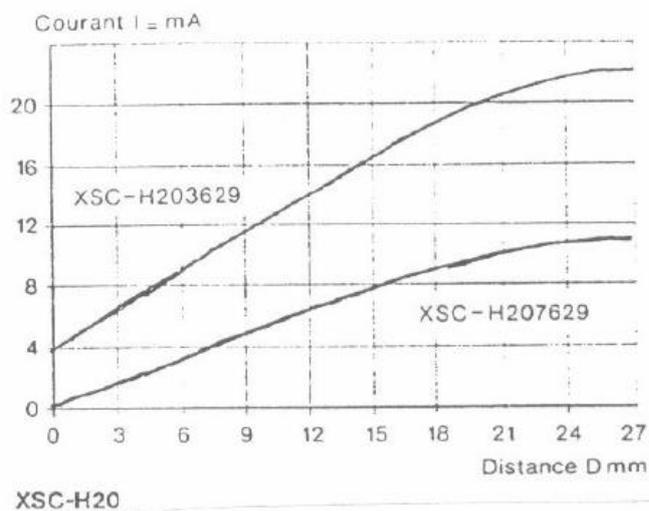
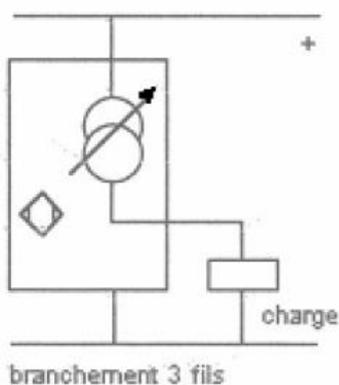
Réalisation d'un OU logique



Réalisation d'un ET logique

**Détecteurs à sortie analogique:**

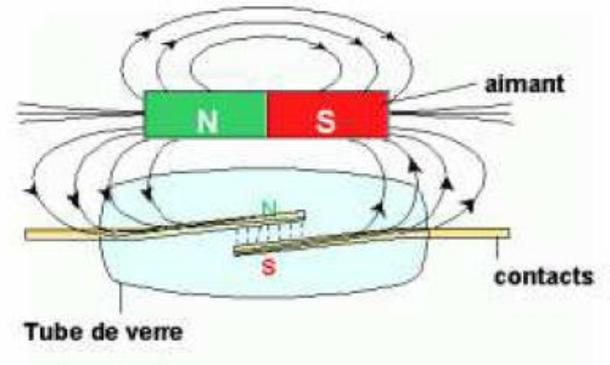
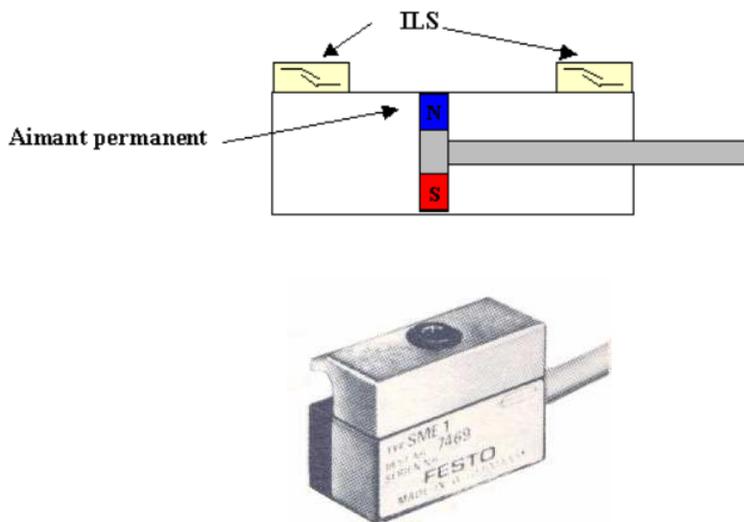
Ils transforment l'approche d'un écran métallique devant la face sensible du détecteur en une variation de courant proportionnelle à la distance, face sensible écran.



**Détecteurs I.L.S. :**

Ce sont des interrupteurs à lame souple ils se montent sur les corps des vérins dont la tige est munie d'un aimant permanent, quand l'aimant passe au-dessous de l'interrupteur, il attire la lame de celui-ci et ferme ou ouvre le contact.

Une LED signale l'état du contact.

**Bilan sur les détecteurs inductifs :****Avantages :**

- temps de réponse faible,
- sortie statique donc pas de rebondissements,
- pas de contact direct donc grande durée de vie.

**Inconvénients :**

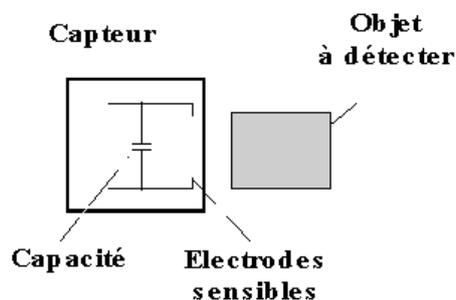
- utilisation seulement en courant continu,
- détection seulement des métaux,
- sensible aux champs magnétiques.

## 7) Détecteurs de proximité capacitif

Il permet d'obtenir une commutation en présence d'un objet isolant ou conducteur. Il se compose d'un oscillateur dont les condensateurs constituent la face sensible, lorsqu'un matériau de permittivité  $> 1$  est placé dans ce champ électrique il modifie les capacités de couplage et provoque selon la technologie choisie, amortissement des oscillations ou création d'oscillations.

La portée dépend des matériaux détectés, il existe une vis de réglage qui permet en fonction du matériau de régler la portée utile.

La fréquence de commutation maximum est de 10 Hz (100 ms) à 15 Hz (67 ms)



La face sensible du détecteur constitue l'armature d'un condensateur. Une tension sinusoïdale est appliquée sur cette face, créant ainsi un champ électrique alternatif devant le détecteur. En considérant que cette tension sinusoïdale est référencée par rapport à un potentiel de référence (terre ou masse par exemple), la deuxième armature est constituée par des électrodes sensibles reliées à ce potentiel de référence (bâti de machine par exemple). Ces deux électrodes face à face constituent un condensateur dont la capacité est :

$$C = \epsilon_0 \cdot \epsilon_r \cdot A / d$$

Avec  $C$  : capacité en Farad (F),  $\epsilon_0$  : permittivité relative du vide = 8.854 pF/m,  $\epsilon_r$  : permittivité relative de l'isolant (sans unité),  $A$  : surface des armatures du condensateur ( $m^2$ ),  $d$  distance entre les deux armatures (m).

Quelques valeurs de permittivités relative :

Permittivité de l'air	1
Permittivité de la bakélite	5
Permittivité du caoutchouc	4
Permittivité du caoutchouc siliconé	4.2

Permittivité du carton	4
Permittivité du mica	6
Permittivité du papier	2
Permittivité du papier bakéliné	5
Permittivité de la paraffine	2.2
Permittivité du PVC	5
Permittivité du plexiglas	3.3
Permittivité du polyester	3.3
Permittivité du polyéthylène	2.25
Permittivité du polypropylène	2.2
Permittivité du polystyrène	2.4
Permittivité du polycarbonate	2.9
Permittivité de la porcelaine	entre 5 et 6
Permittivité de la stéatite	5.8
Permittivité du styroflex	2.5
Permittivité du teflon	2.1
Permittivité du verre	entre 5 et 7

1er cas : absence d'un objet devant le capteur :

2<sup>ème</sup> cas : présence d'un objet isolant devant le capteur :

3<sup>ème</sup> cas : présence d'un objet conducteur devant le capteur :

Exemple de capteur capacitif et de son raccordement électrique (doc SENSOPART) :



CE

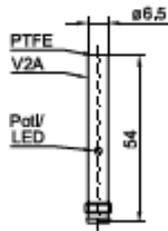
- Boîtier en acier inoxydable robuste
- Petit boîtier
- Variantes N.O. ou N.C. au choix
- Au choix, modèles noyables ou non noyables

Caractéristiques du capteur		Fonctions	
Distance de détection (noyable)	0,1 ... 1,5 mm	Affichage LED jaune	Sortie de commutation
Distance de détection (non noyable)	0,1 ... 3 mm	Réglage de la sensibilité	Par potentiomètre
Hystérésis	15 % <sup>1</sup>	Réglage usine	Distance de détection maxi
Reproductibilité	2 % <sup>1</sup>		
Dérive en température	15 % / °C <sup>1</sup> [-5 ... 55 °C]		
Données électriques		Données mécaniques	
Tension d'alim. +U <sub>g</sub>	11 ... 30V DC	Dimensions	Ø 6,5 x 54 mm
Courant à vide I <sub>0</sub>	≤ 10 mA	Indice de protection	IP 65
Courant de sortie I <sub>e</sub>	≤ 50 mA	Matériau boîtier	Acier inoxydable V2A
Circuits de protection	Protection contre inversions de polarité U <sub>g</sub> / Courts-circuits (Q) / Surcharges	Matériau face sensible	PTFE
Temps de démarrage	< 300 ms	Type de raccordement	cf. tableau
Sortie de commutation Q	PNP / NPN (cf. tableau)	Température de fonctionnement	-10 ... +70 °C
Fonction de sortie	N.O. / N.C. (cf. tableau)	Résistance aux chocs et vibrations	EN 60947-5-2
Fréquence de commutation f (titp 1:1)	100 Hz		

<sup>1</sup> en rapport à la distance de détection

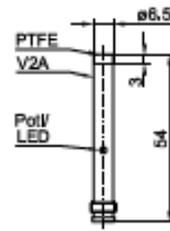
Distance de détection	Modèle	Sortie de commutation	Type de raccordement	Réf. produit	N° article
0,1 ... 1,5 mm	noyable	PNP (N.O.)	Connecteur, M8x1, 3 pôles	KD 06 B-PSM3	681-50876
0,1 ... 1,5 mm	noyable	PNP (N.C.)	Connecteur, M8x1, 3 pôles	KD 06 B-POM3	681-50879
0,1 ... 1,5 mm	noyable	NPN (N.O.)	Connecteur, M8x1, 3 pôles	KD 06 B-NSM3	681-50880
0,1 ... 1,5 mm	noyable	NPN (N.C.)	Connecteur, M8x1, 3 pôles	KD 06 B-NOM3	681-50881
0,1 ... 3 mm	non noyable	PNP (N.O.)	Connecteur, M8x1, 3 pôles	KL 06 NB-PSM3	681-50886
0,1 ... 3 mm	non noyable	PNP (N.C.)	Connecteur, M8x1, 3 pôles	KL 06 NB-POM3	681-50887
0,1 ... 3 mm	non noyable	NPN (N.O.)	Connecteur, M8x1, 3 pôles	KL 06 NB-NSM3	681-50888
0,1 ... 3 mm	non noyable	NPN (N.C.)	Connecteur, M8x1, 3 pôles	KL 06 NB-NOM3	681-50889

## Raccordement connecteur (noyable)



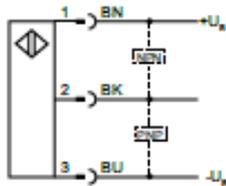
153-00516

## Raccordement connecteur (non noyable)



153-00517

## Raccordement 3 pôles



154-00469

**Bilan sur les détecteurs capacitifs :**

Avantage:

- permet la détection de tous les objets.

Inconvénients:

- sensibles à l'environnement,
- s'utilise dans un environnement très propre ou bien en noyant le détecteur dans la matière à détecter.