

Chapitre 2: La Partie Opérative

2.1. Introduction :

La partie opérative d'un système automatisé regroupe les éléments qui reçoivent des ordres de la partie commande et effectuent les actions physiques (préactionneurs, actionneurs, effecteurs), et ceux qui mesurent des grandeurs physiques et informent la partie commande de l'exécution du travail (capteurs).

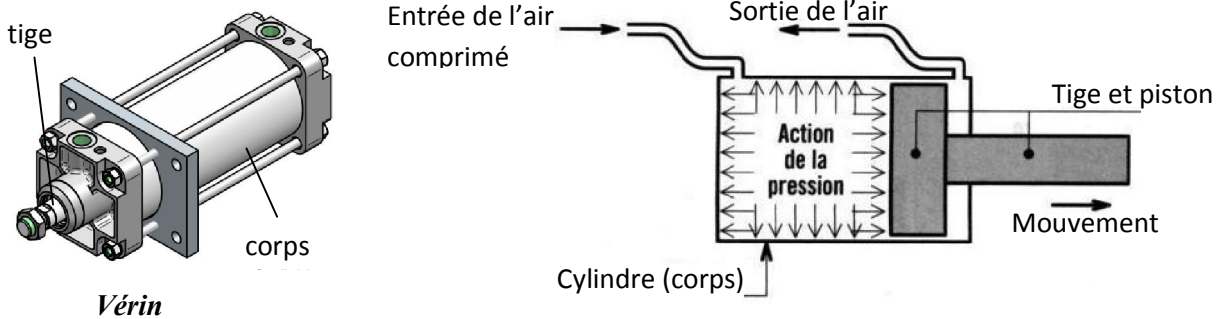
2.2. Les actionneurs :

Un actionneur est un constituant permettant de mettre en mouvement les organes de machines suite aux commandes électriques. Ceci en convertissant une énergie d'entrée (électrique, hydraulique ou pneumatique...) en une énergie de sortie (mécanique). Les actionneurs les plus utilisés sont :

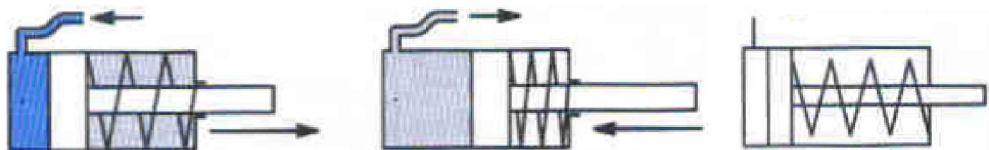
2.2.1. Actionneurs pneumatiques :

Les actionneurs pneumatiques utilisent de l'air comprimé à ~6 bar. L'air est fourni par un compresseur, qui alimente souvent tout l'atelier, et distribué à toutes les machines. Ils sont alimentés par des distributeurs, suite à une commande électrique. Ils sont utilisés principalement pour des mouvements exigeant une force faible (20 à 50 000 N) ; et une grande vitesse (la fraise du dentiste peut atteindre 200tours/s).

Les actionneurs pneumatiques répandus sont : les vérins (linéaires et rotatifs) et les moteurs rotatifs, On utilise également des ventouses à vide pour saisir des objets (Ce sont des éléments de préhension à l'aide d'un générateur de vide par effet venturi).

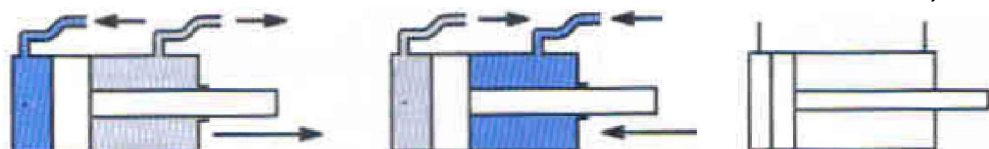


Vérin simple effet :

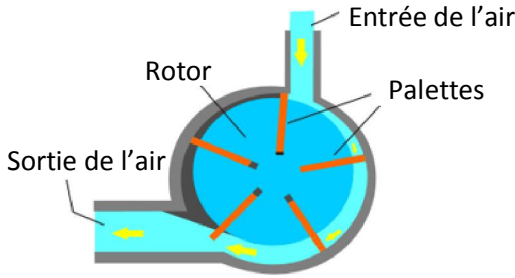
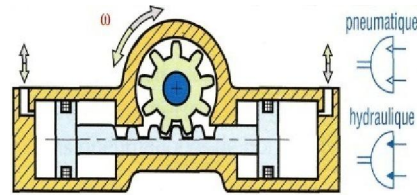
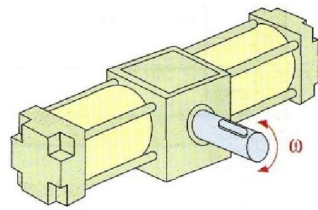


Symbole

Vérin double effet :

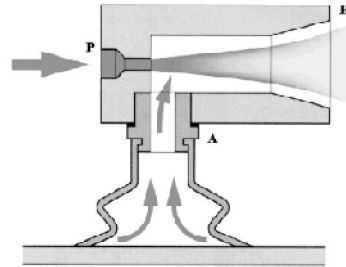
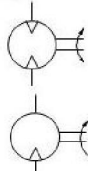


Vérin rotatif :



Moteur pneumatique à palettes

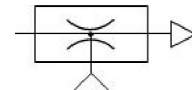
Symbole



Ventouse de préhension

Le passage de l'air comprimé (P) augmente la vitesse et diminue sa pression. Il crée alors une dépression de l'air.

Symbole

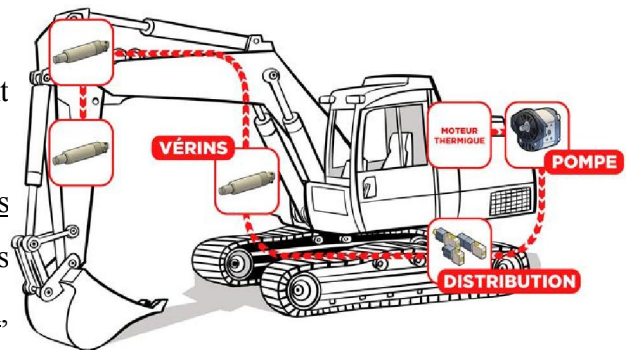


2.2.2. Actionneurs hydrauliques :

Les actionneurs hydrauliques sont utilisés pour des mouvements requérant des forces très élevées, à faible vitesse. Utilisant de l'huile sous des pressions atteignant 400 bar, ils permettent d'obtenir une force prodigieuse (jusqu'à 300 tonnes force). Leurs temps de réponse sont plus rapides que pour l'air (quelques millisecondes), car l'huile est presque incompressible.

L'huile est fournie par une pompe hydraulique qui fait généralement partie de la machine.

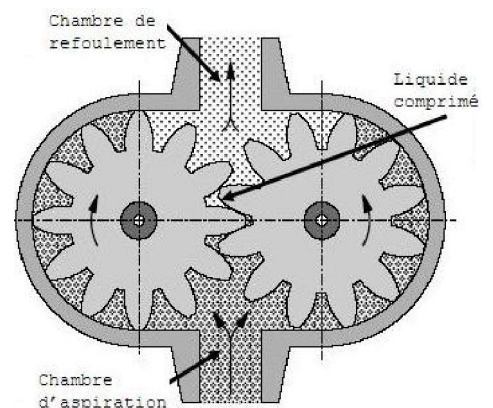
Ces actionneurs sont des vérins linéaires ou des moteurs rotatifs. Leur action est contrôlée par des distributeurs. Ils peuvent être de type tout ou rien, ou de type proportionnel, permettant de moduler la pression ou le débit d'huile.



Exemple d'usage des vérins hydrauliques (engins)

Dans les vérins hydrauliques, le principe est identique à celui des vérins pneumatiques.

Pour les moteurs hydrauliques, il existe plusieurs types : (moteurs à engrenage, moteurs à palettes, moteurs à pistons). Le principe de fonctionnement de tous les types est le même : Une différence de pression entre l'admission et le refoulement du moteur s'applique sur les parties mobiles qui se déplacent et entraînent ainsi l'arbre du moteur et la charge à déplacer.



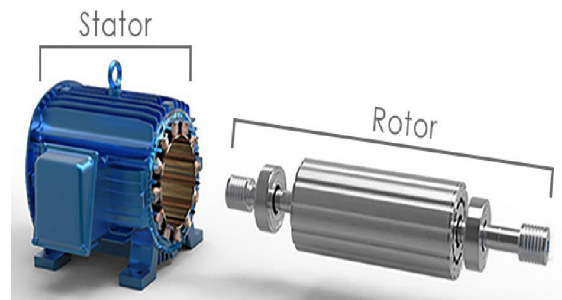
Moteur à engrenage

2.2.3. Actionneurs électriques :

Les actionneurs électriques sont principalement les moteurs électriques ; qui sont des appareils qui transforment l'énergie électrique en énergie mécanique. Leur fonctionnement repose sur les principes de l'électromagnétisme. Le moteur comporte deux parties : le stator (partie fixe) et le rotor (partie mobile).

Il existe un grand nombre de types de moteurs : moteurs asynchrones (généralement à courants triphasés : moteurs à cage, moteurs à bagues), moteurs à courant continu, moteurs synchrones, moteurs pas à pas...

L'électroaimant est un autre type des actionneurs électriques dans lequel on utilise la force magnétique.



2.3. Les préactionneurs :

Les préactionneurs sont des interfaces d'énergie entre la Partie Commande et la Partie Opérative. La Partie Commande est généralement incapable de distribuer directement l'énergie nécessaire à l'actionneur. Par exemple :

- Partie Commande en très basse tension (24Volts continu), et Partie Opérative 400Volts triphasée (moteurs de forte puissance).
- Partie Commande électrique et Partie Opérative pneumatique (vérins).

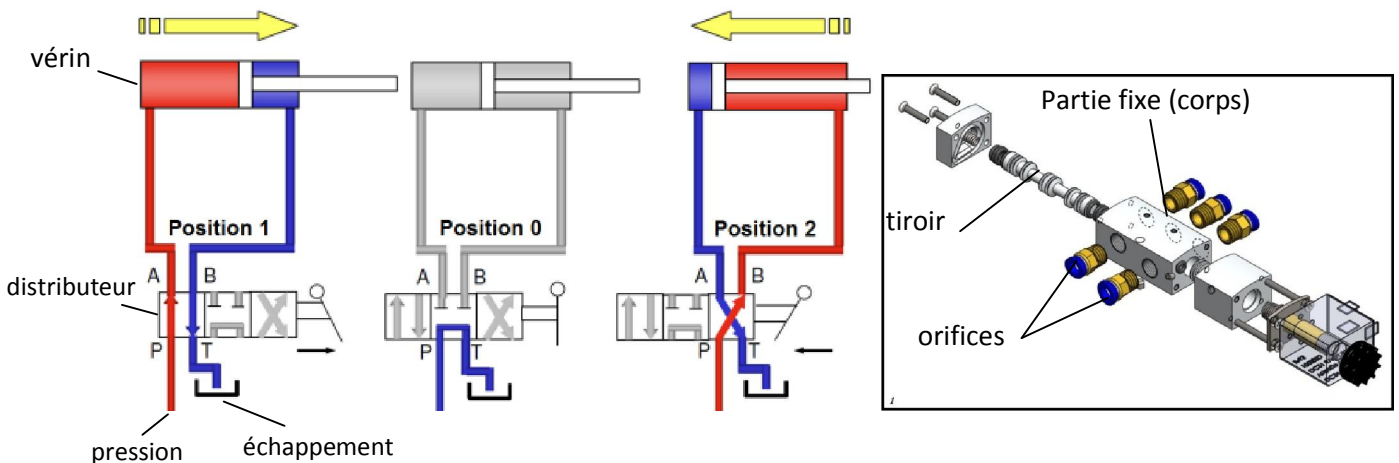
Le préactionneur est donc là pour s'occuper de distribuer une énergie forte adaptée à l'actionneur en fonction de la commande (signal faible) venant de l'API.

2.3.1. Types de préactionneurs :

a. Les distributeurs (préactionneurs pneumatiques ou hydrauliques) :

Un distributeur est constitué d'une partie fixe et d'une partie mobile (le tiroir) :

- La partie fixe est dotée d'orifices connectés à la source d'énergie (air comprimé,...), à l'actionneur et à l'échappement.
- Le tiroir mobile, coulissant dans la partie fixe, il est doté de conduites permettant le passage de fluide entre les différents orifices et la partie fixe.



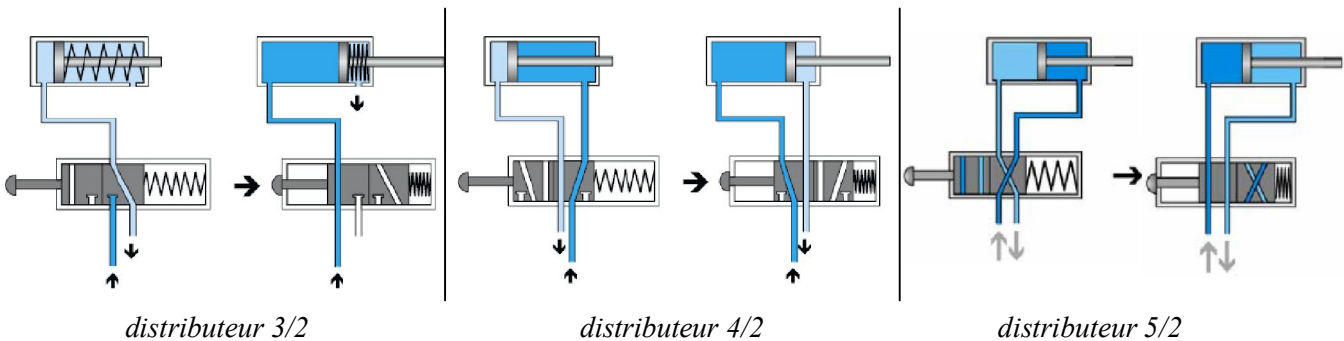
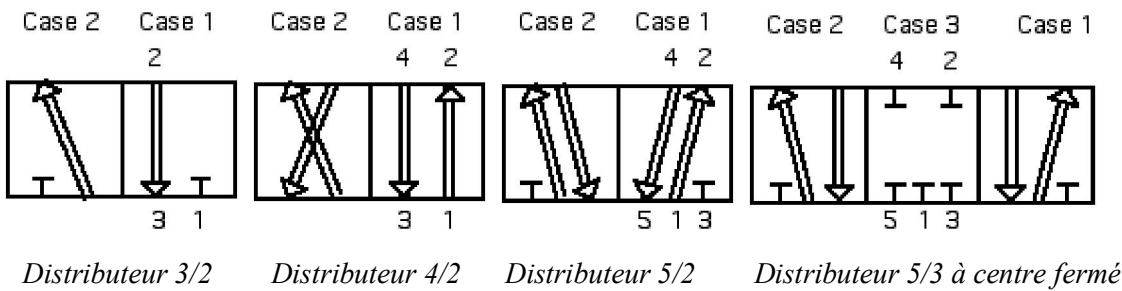
Principe de fonctionnement d'un distributeur

Constituants d'un distributeur

Schématiquement :

- On représente un distributeur à l'aide de cases. Chaque position est symbolisée par une case
- A l'intérieur des cases, on représente les voies de passage de fluide pour chacune des positions.
- Une possibilité de passage du fluide est symbolisée par une flèche indiquant le sens de circulation. Un blocage du fluide est symbolisé par un "T".
- Pour caractériser un distributeur, il faut définir le nombre de voies ou d'orifices ainsi que le nombre de positions (par exemple un distributeur 3/2 : comprend 3 orifices et 2 positions).

Pour en comprendre le fonctionnement, il faut imaginer que les canalisations sont fixes et que ce sont les cases qui se déplacent devant les canalisations, et non l'inverse.



b. Les Relais et Contacteurs (préactionneurs électriques) :

Le Relais est le terme général qui désigne les préactionneurs électriques. Les contacteurs sont des relais conçus pour commuter des courants électriques forts.

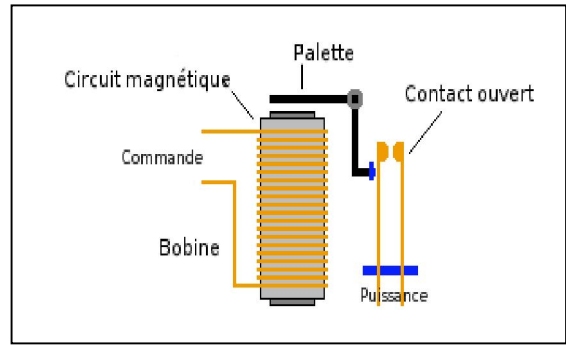
b.1. Relais :

Un relais électromécanique est un organe électrique permettant de dissocier la partie puissance de la partie commande : il permet l'ouverture et la fermeture d'un circuit électrique par un second circuit complètement isolé (isolation galvanique) et pouvant avoir des propriétés différentes.

Un relais est composé principalement d'une bobine, un ressort de rappel, de 2 à 4 contacts de puissance ou pôles, un circuit magnétique constitué d'un aimant fixe et d'un aimant mobile (armature fixe et mobile), Son fonctionnement est comme suit :

- En l'absence d'ordre de la P.C., les contacts sont au repos.

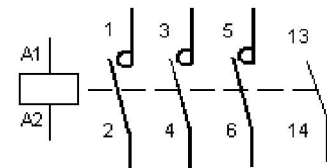
- Quand l'automate envoie l'ordre de commande (signal de 24 V), le courant électrique crée un champ magnétique dans la bobine, qui pousse la barre de commande. Les contacts changent alors d'état. Dès la disparition de l'ordre, les contacts reprennent leur état de repos.



b.2. Contacteur :

Le contacteur a la même fonction qu'un relais électromécanique, sauf que ses contacts sont prévus pour supporter un courant beaucoup plus important. Des contacteurs sont utilisés afin d'alimenter des moteurs industriels de grande puissance (plus de 50 kW). Ils sont aussi utilisés en milieu domestique pour alimenter des appareils électriques comme le chauffage ou le chauffe-eau, car les organes de commande (thermostat, interrupteur horaire...) risqueraient d'être rapidement détériorés par un courant trop important.

Selon leur utilisation ils peuvent être unipolaires, bipolaires, tripolaires ou encore tétrapolaires, en d'autres termes ils possèdent de un à quatre contacts de puissance.



Symbole d'un contacteur tripolaire : à gauche la bobine, au centre les contacts de puissance, à droite un contact auxiliaire.

2.3.2. Pilotage des préactionneurs :

C'est la Partie Commande qui pilote les préactionneurs en leur envoyant des ordres sous forme de signaux.

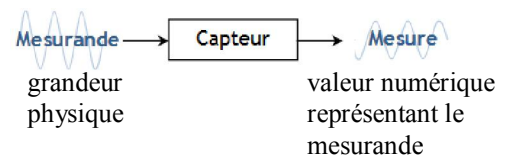
Préactionneur monostable : Il est actif si et seulement si l'ordre de commande est présent. Autrement dit, dès que l'ordre de commande cesse, le préactionneur monostable retourne à son état de repos.

Un préactionneur bistable : Il reste dans l'état que lui impose un ordre de la Partie Commande et reste dans cet état jusqu'à un nouvel ordre.



2.4. Les capteurs :

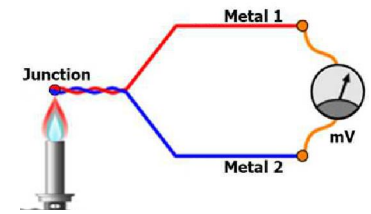
Les capteurs sont des éléments sensibles à des grandeurs physiques (température, pression, force, position, vitesse, luminosité,...) qu'ils transforment en signal électrique.



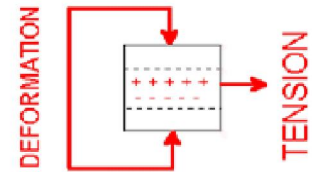
On peut classer les capteurs sur la base de consommation ou pas de l'énergie en :

Capteurs actifs : n'exigent pas d'alimentation. Ils sont directement générateurs d'une tension, d'un courant ou d'une charge à partir de la grandeur physique. Les principes physiques mis en jeu sont :

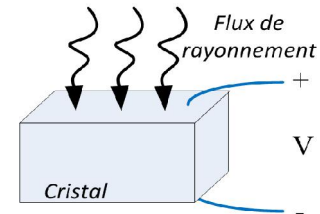
Effet thermoélectrique : c'est le principe de thermocouple. C'est un circuit constitué de deux conducteurs de nature chimique différente et dont les jonctions sont à des températures différentes. Il apparaît aux bornes de ce circuit une tension (force électromotrice) liée à la différence de température.



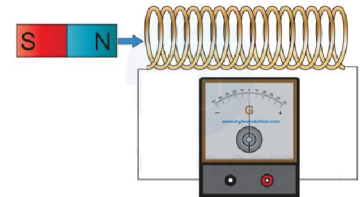
Effet piézoélectrique : L'application d'une contrainte mécanique à certains matériaux dits piézoélectriques (le quartz par exemple) entraîne l'apparition d'une déformation et d'une charge électrique de signe différent sur les faces opposées. Exemple : Mesure d'effort, d'accélération (accéléromètre)



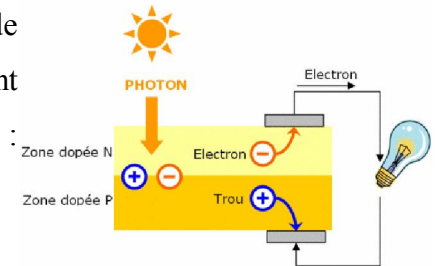
Effet pyroélectricité : certains cristaux présentent une polarisation électrique proportionnelle à leur température. Ainsi, en absorbant un flux de rayonnement, le cristal pyroélectrique va s'échauffer et ainsi sa polarisation va se modifier entraînant une variation de tension détectable.



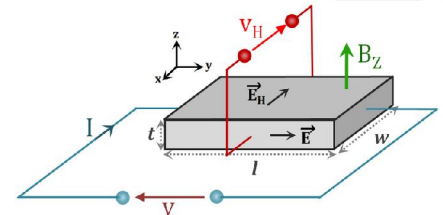
Effet d'induction électromagnétique : La variation du flux d'induction magnétique dans un circuit électrique induit une tension électrique. Exemple : Détection de passage d'un objet métallique



Effet photoélectrique et photovoltaïque : Basés sur la libération de charges électriques dans la matière sous l'influence d'un rayonnement lumineux, ou plus généralement d'une onde électromagnétique. Exemple : Mesure de lumière (capteur CCD, photodiode)



Effet Hall : Un barreau de semiconducteur soumis à un champ magnétique uniforme B et traversé par un courant I , est le siège entre les faces supérieure et inférieure du barreau d'une tension V_H proportionnelle à B qui constitue le signal de sortie.



Capteurs passifs : Ils ont besoin dans la plupart des cas d'apport d'énergie extérieure pour fonctionner. Il s'agit en général d'une impédance dont la valeur varie avec la grandeur physique. Parmi ces capteurs on a :

- Capteurs résistifs : La résistance interne du capteur varie avec la grandeur physique. Exemples : Mesure de température par résistance à fil de platine, thermistance - Mesure d'effort par jauge de contrainte - Mesure d'intensité lumineuse par photorésistance.
- Capteurs inductifs : La valeur de l'inductance L varie avec la grandeur physique. Exemples : Mesure de déplacement par inductance variable - Mesure d'effort par capteur magnéto-élastique.
- Capteurs capacitifs : C varie avec la grandeur physique. Exemples : - Mesure de déplacement et de position : l'objet dont on veut mesurer le déplacement se déplace avec une armature du condensateur

- Mesure de niveau : la présence de liquide modifie la valeur de la capacité.

Le tableau suivant présente les Types des matériaux utilisés et caractéristique électrique des capteurs passifs

| 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 |

On peut également classer les capteurs, en fonction du type de grandeurs physiques à mesurer, en :

- Capteurs Mécaniques : déplacement, force, masse, débit etc...
- Capteurs Thermiques : température, capacité thermique, flux thermique etc...
- Capteurs Electriques : courant, tension, charge, impédance, diélectrique etc...
- Capteurs Magnétiques : champ magnétique, perméabilité, moment magnétique etc...
- Capteurs Radiatifs : lumière visible, rayons X, micro-ondes etc...
- Capteurs Bio/Chimique : humidité, gaz, sucre, hormone etc...