

Chapitre 2. Appareillages et Schémas de raccordement électriques normalisés

1. *Symboles normalisés pour Installations Electriques*
2. *Constitution des installations industrielles*
 - 2.1 Circuit de commande
 - 2.2 Circuit de puissance
- 3 *Appareillages électriques*
 - 3.1 *Appareils d'isolement*
 - a. Le sectionneur
 - b. Le fusible sectionneur
 - c. Interrupteur sectionneur
 - 3.2 *Appareils de protection*
 - a. Le fusible
 - b. Le disjoncteur :
 - c. Le relais de protection:
 - 3.3 *Appareils de commandes :*
 - 3.3.1 *Appareils de commande manuelle:*
 - a. Interrupteur
 - b. Commutateur
 - c. Bouton poussoir
 - 3.3.2 *Appareils de commande automatique:*
 - a. Interrupteur de position:
 - b. Détecteurs de grandeurs physiques (électriques) :
 - 3.4 *Organes de commande*
 - a. le contacteur
 - b. le relais temporisé
4. *Réalisation des montages Electriques :*
 - 4.1 *Problème de démarrage des moteurs asynchrones*
 - Démarrage direct
 - Utilisation d'un procédé de démarrage
 - 4.2 *Démarrage direct*
 - 4.2.1. Principe
 - 4.2.2. Démarrage direct semi-automatique à un seul sens de marche
 - 4.2.3. Démarrage direct semi-automatique à deux sens de marche
 - 4.2.4. Démarrage direct semi-automatique à deux sens de marche avec butées de fin de course
 - 4.2.5. Démarrage direct semi-automatique à deux sens de marche avec butées de fin de course et inversion de sens de rotation
 - 4.3 *Limitation du courant de démarrage*
 - 4.3.1. Démarrage étoile-triangle
 - 4.3.1.1. Démarrage étoile-triangle semi-automatique à un sens de marche
 - 4.3.1.2. Démarrage étoile-triangle semi-automatique à deux sens de marche
 - 4.3.2. Démarrage par élimination de résistances statoriques
 - 4.3.2.1. Démarrage par élimination de résistances statoriques à un seul sens de marche
 - 4.3.2.2. Démarrage par élimination de résistances statoriques à deux sens de marche
 - 4.3.3. Démarrage par élimination de résistances rotoriques
 - 4.3.3.1 Démarrage par élimination de résistances rotoriques à un seul sens de marche
 - 4.3.3.2 Démarrage par élimination de résistances rotoriques, deux sens de marche (démarrage en deux temps)
 - 4.4 *Démarrateurs électroniques*
5. *Utilisation des capteurs*
 - 5.1 Définition du capteur
 - 5.2 Situation des capteurs dans un système
 - 5.3 3. Classification d'un Capteur
 - 5.3.3.1 Classification en fonction du signal délivré
 - a- Capteur TOR ;b- Capteur Analogique ; c- Capteur Numérique

Afin de faciliter la réalisation et l'intervention sur les installations électriques, des schémas expliquant le mode repérage sont exigés par les normes et la réglementation. Ces schémas sont applicables à tous les travaux d'installations alimentées en basse tension. **Donc un schéma électrique est un plan qui doit comporter les tracés schématiques des organes généraux de protection et de distribution d'électricité haute et basse tension**. Ces tracés divers et leur présentation doivent être conformes aux normes.

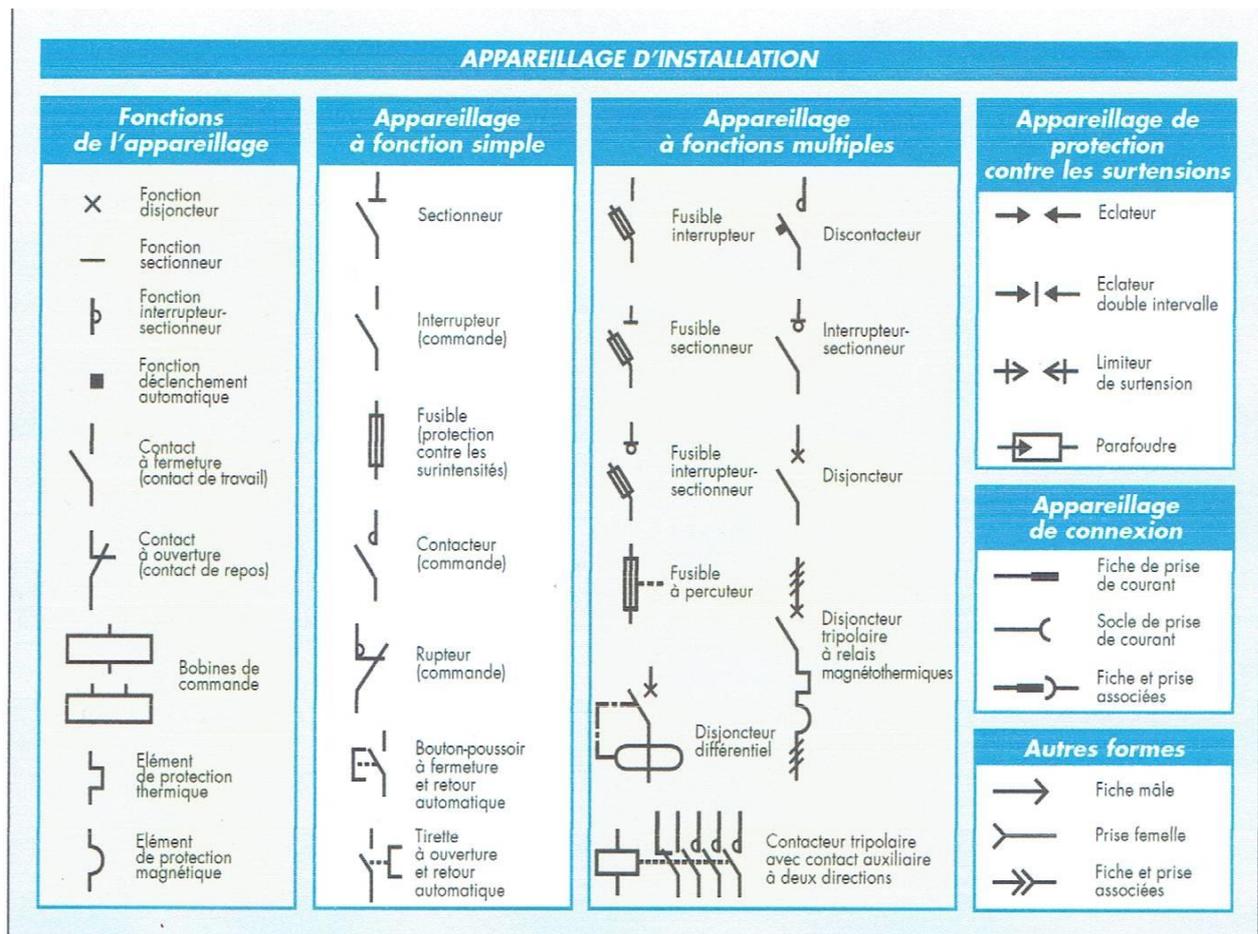
1. Symboles normalisés pour schémas d'installations électriques

L'installation électrique doit faire l'objet d'un schéma ou d'un tableau indiquant notamment :

- la nature et la constitution des circuits (points d'utilisation desservis, nombre et section des conducteurs, nature des canalisations),
- les caractéristiques des dispositifs assurant les fonctions de protection, de sectionnement et de commande”.

Ces symboles concernant l'appareillage et les dispositifs de protection indiqués ci après sont ceux qui ont été adoptés sur le plan international.

APPAREILS DE PRODUCTION ET TRANSFORMATION	APPAREILS DE MESURE	CANALISATIONS	APPAREILS D'UTILISATION
 Générateur  Batterie de piles ou accus  Transformateur  Transformateur triphasé triangle/étoile  Transformateur de courant  Transformateur tore  Autotransformateur	<p>Indicateurs</p>  Voltmètre  Ampèremètre  Wattmètre  Varmètre  Fréquencemètre <p>Enregistreurs</p>  Compteur d'énergie active (wattheuremètre)  Compteur d'énergie active (varheuremètre)	 Conducteur de phase  Neutre  De protection (terre)  5 conducteurs (3 P + N + T)  Connexion borne  Connexion barrette  Croisement de 2 conducteurs avec connexion  Sans connexion  Dérivation  Boîte de jonction non enterrée	 Lampe d'éclairage (symbole général)  Tube à fluorescence  Moteur  Sonnerie  Résistance  Condensateur  Impédance  Eclairage de sécurité sur circuit spécial  Bloc autonome d'éclairage de sécurité



2. Constitution des installations industrielles:

Les **installations industrielles** des automatismes sont séparés en deux parties bien distinctes appelés: circuit de commande et circuit de puissance.

2.1 Circuit de commande :

Il comprend tous les appareils nécessaires à la commande et au contrôle des automatismes.

Il est composé de:

- Une source d'alimentation.
- Un appareil d'isolement. (contacts auxiliaires du **sectionneur**).
- Une protection du circuit (**fusible, disjoncteur**).
- Appareils de commande ou de contrôle (bouton poussoir, détecteur de grandeur physique).
- Organes de commande (bobine de **contacteur**).

2.2 Circuit de puissance :

Il comprend les appareils nécessaires au fonctionnement des récepteurs de puissances et sert à exécuter les ordres reçus du circuit de commande.

Il est composé de:

- Une source d'alimentation généralement **triphasee**.
- Un appareil d'isolement. (**sectionneur**).
- Une protection du circuit (**fusible, relais de protection**)
- Appareils de commande (les contacts de puissance du contacteur)

- Des récepteurs de puissance (**des moteurs**).

Remarque :

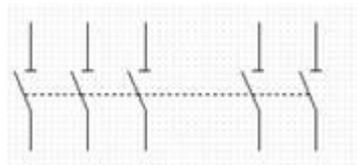
- Deux éléments différents d'un même appareil peuvent être repartis dans les deux circuits .Exemple: le contacteur, le sectionneur;
- Les circuits de commande et de puissance possèdent chacun leurs propres alimentations.

Circuit d commande	Circuit de puissance
le choix se fait et dépend des caractéristiques des organes de commande (relais, contacteur)	le choix dépend des caractéristiques des récepteurs de puissances (moteur).

3 Appareillages électriques:

3.1 Appareils d'isolement :

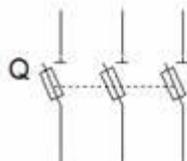
a. Le sectionneur:



il n'a pas de pouvoir de coupure (il ne peut interrompre aucun courant)

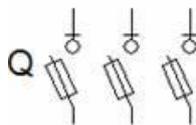
sa manœuvre se fait à vide

b. Le fusible sectionneur:



un sectionneur qui comporte des fusibles sur sec contacts

c. Interrupteur sectionneur:



un appareil qui possède un pouvoir de coupure ; il permet de:

- mettre en service une installation.
- mettre à l'arrêt.
- séparer l'installation de toute source de tension.

3.2 Appareils de protection :

Chaque installation doit être protégée contre :

- Les court-circuit.
- Les surcharges.

==> Ces deux défauts entraînent toujours une augmentation énorme du courant.

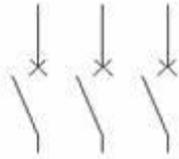
a- Le fusible:

C'est un appareil composé d'un fil conducteur qui grâce à sa fusion ouvre le circuit lorsque l'intensité du courant dépasse la valeur maximale supportée par le fil.

Remarque:

Il existe plusieurs types de fusible qui sont:

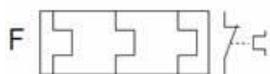
- les fusibles g, g1, gf qui supportent jusqu' à 1,1 fois le courant nominal.
- Les fusibles AD (Accompagnent disjoncteur) supportent jusqu'à 2.7 fois le courant nominal.
- Les fusibles AM (Accompagnent Moteur) supportent jusqu'à 7 fois le courant nominal (protègent contre les courts-circuits).

b- Le disjoncteur :

C'est un appareil à commande manuelle ou automatique qui sert à protéger contre les Court- Circuits et les Surcharges.

Il peut avoir :

- Un déclencheur magnétique.
- Un déclencheur thermique.
- Un déclencheur magnétothermique.

c- Le relais de protection:

Constitué d'un déclencheur et d'un contact auxiliaire à ouverture.

3.3 Appareils de commandes :

Ce sont les appareils qui permettent la mise en fonctionnement d'un automatisme.

Il Existe deux types de commande :

- manuelle.
- automatique.

3.3.1 Appareils de commande manuelle:**a- Interrupteur :**

il possède deux états stables.

b- Commutateur :

C'est un appareil qui permet de sélectionner un mode de fonctionnement.

c- Bouton poussoir :



Il possède un seul état stable. une action manuelle fait changer son état.

3.3.2 Appareils de commande automatique:

a- Interrupteur de position:

Ils sont constitués de contacts qui se placent sur le parcours des éléments mobiles de façon à être actionnés lors d'un déplacement.

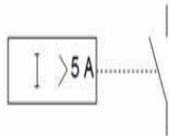
Exemple: interrupteur de position de fin de course.



A fermeture

A ouverture

b- Détecteurs de grandeurs physiques (électriques) :

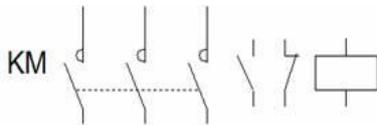


Changement d'état du contact pour une valeur de courant >5A.

3.4 Organes de commande :

Tous récepteurs qui se placent dans le circuit de commande s'appellent organes de commande.

a- le contacteur:



Il permet de commander un appareil ou un récepteur de puissance à distance.

b- le relais temporisé est composé de :

- une bobine
- un ou plusieurs contacts à action temporisée par rapport à l'excitation de la bobine.



Contact à ouverture temporisé à la fermeture



Contact à fermeture temporisé à la fermeture

4. Réalisation des montages Electriques :

(Extrait du Support du cours INSTALLATIONS INDUSTRIELLES- Préparé par : Adel SAID et Yassine JEMAI Technologues à l'I.S.E.T de Nabeul)

4.1. Problème de démarrage des moteurs asynchrones

Le branchement du moteur au réseau électrique peut se réaliser par :

- **Démarrage direct** : Si le courant de démarrage n'entraîne pas la détérioration des enroulements du moteur ou l'installation accompagnant. Utilisé pour les moteurs faibles puissances.
- **Utilisation d'un procédé de démarrage** s'il y a risque de détérioration des enroulements du moteur ou l'installation accompagnant.

4.2 Démarrage direct

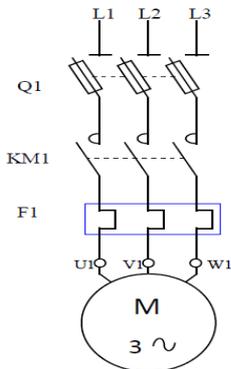
4.2.1. Principe :

Dans ce procédé de démarrage, le moteur asynchrone est branché directement au réseau d'alimentation le démarrage s'effectue en un seul temps. Le courant de démarrage peut atteindre 4 à 8 fois le courant nominal du moteur. Le couple de décollage est important, peut atteindre 1,5 fois le couple nominale.

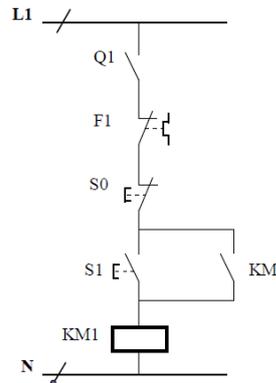
4.2.2. Démarrage semi-automatique à un seul sens de marche

On veut démarrer un moteur asynchrone triphasé dans un sens de marche avec un bouton poussoir **S1** et l'arrêter par l'arrêter avec un bouton poussoir **S0**.

a- Circuit de puissance



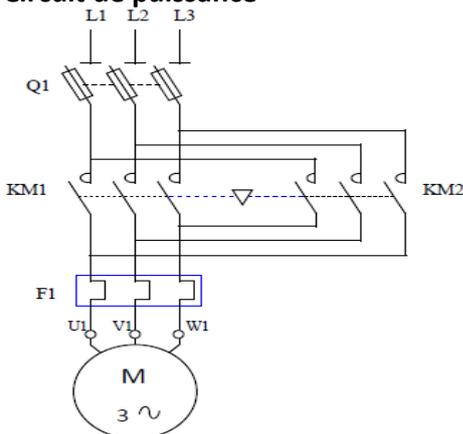
b- Circuit de puissance



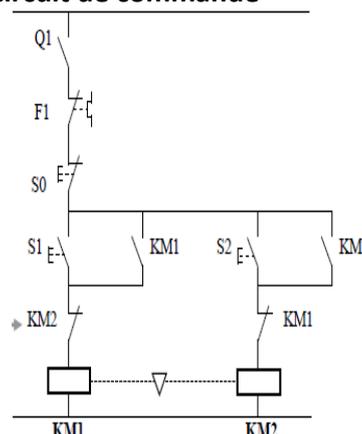
4.2.3. Démarrage direct semi-automatique à deux sens de marche

On veut démarrer un moteur asynchrone triphasé dans deux sens de rotation, par un bouton poussoir **S1** pour le sens 1, par un bouton poussoir **S2** pour le sens 2 et un bouton poussoir **S0** pour l'arrêt.

a- Circuit de puissance



b- Circuit de commande

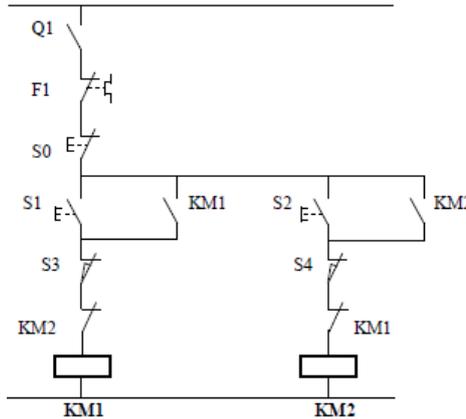


4.2.4. Démarrage direct semi-automatique à deux sens de marche avec butées de fin de course

On veut démarrer un moteur asynchrone triphasé dans deux sens de rotation par l'action de deux boutons poussoirs, **S1** pour le sens 1, **S2** pour le sens 2. Chaque sens est arrêté par une butée de fin de course, respectivement **S3** pour le sens 1 et **S4** pour le sens 2. Un bouton poussoir **S0** arrête le moteur à n'importe quel instant.

a- Circuit de puissance : Même circuit de puissance qu'en (II.3.1)

b- Circuit de commande

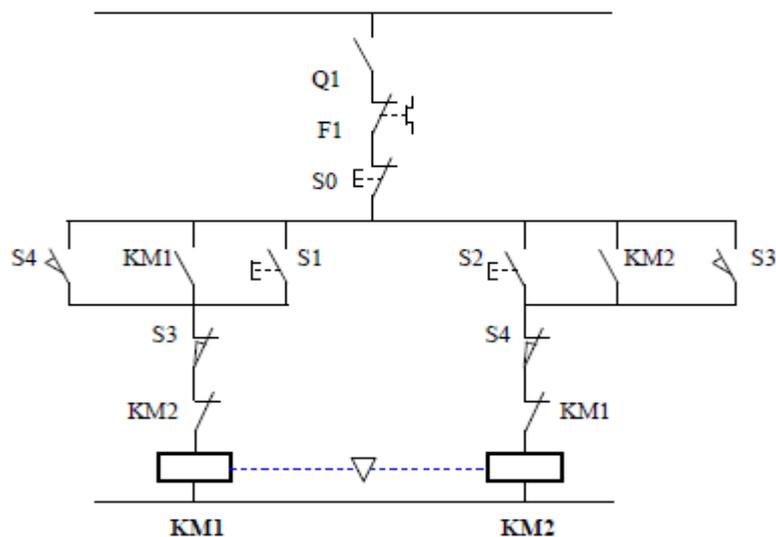


4.2.5. Démarrage direct semi-automatique à deux sens de marche avec butées de fin de course et inversion de sens de rotation

Dans ce cas de démarrage, la butée **S3** ou **S4**, une fois actionnée, elle change le sens de marche du moteur.

a. Circuit de puissance : Même circuit de puissance qu'en (II.3.1)

b. Circuit de commande



4.3. Limitation du courant de démarrage

Contrairement au démarrage direct, le démarrage des moteurs moyennes et fortes puissances nécessite l'utilisation de procédés de limitation de courant de démarrage tout en maintenant les performances mécaniques de l'ensemble « moteur-machine entraînée ». Il existe deux types d'actions :

➤ **Action sur le stator** : Consiste à réduire la tension aux bornes des enroulements statoriques.

On peut réaliser le démarrage par:

- ✓ Couplage étoile-triangle,
- ✓ Elimination des résistances statoriques,
- ✓ Utilisation d'un auto-transformateur.

Ce type d'action est utilisé pour les moteurs de moyennes puissances.

➤ **Action sur le rotor** : Consiste à augmenter la résistance rotorique au démarrage.

On peut réaliser le démarrage par:

- ✓ Elimination des résistances rotoriques,
- ✓ Utilisation des moteurs à cages multiples ...

4.3.1. Démarrage étoile-triangle

Principe Le démarrage s'effectue en deux temps :

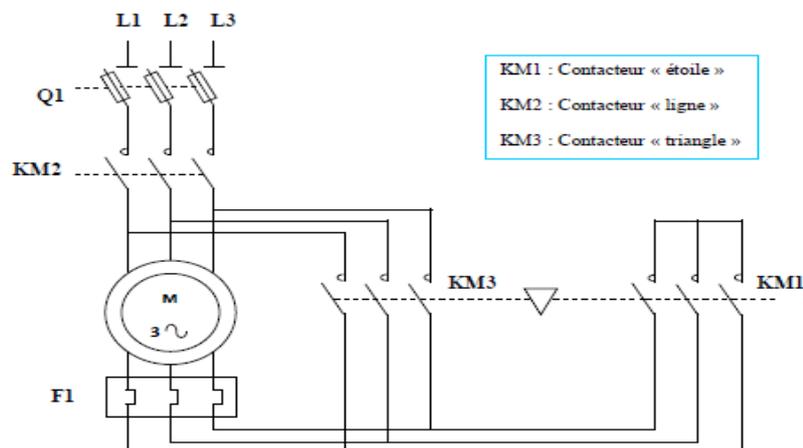
- ✓ **1er temps** : chaque enroulement du stator est alimenté sous une tension réduite en utilisant le couplage Y. Il est le temps nécessaire pour que la vitesse du moteur atteigne environ 80% de sa vitesse nominale.
- ✓ **2ème temps** : chaque enroulement du stator est alimenté par sa tension nominale changeant le couplage au triangle.

Ce type de démarrage est utilisé pour les moteurs à couplage Δ lors de leur fonctionnement normal.

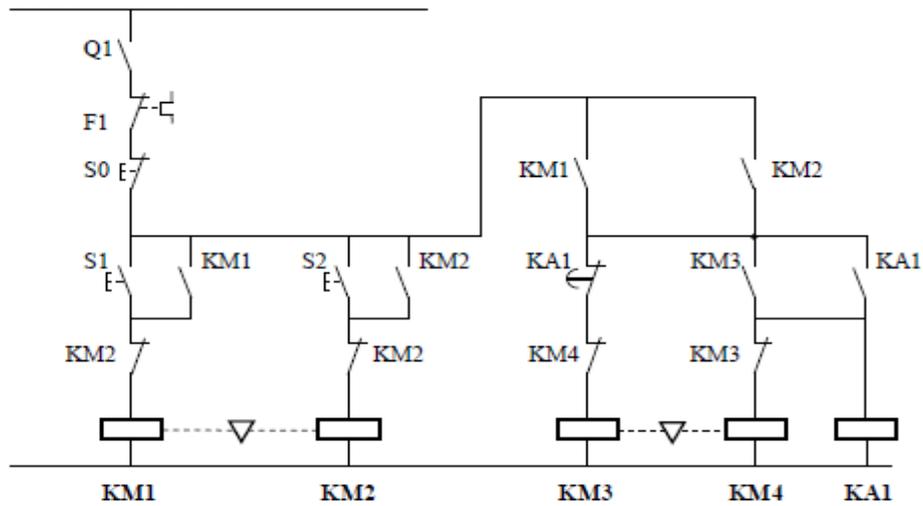
4.3.1.1. Démarrage étoile-triangle semi-automatique à un sens de marche

On veut démarrer un moteur asynchrone triphasé en étoile-triangle dans un sens de rotation par un bouton poussoir **S1** et arrêter par un bouton poussoir **S0**.

a- Circuit de puissance



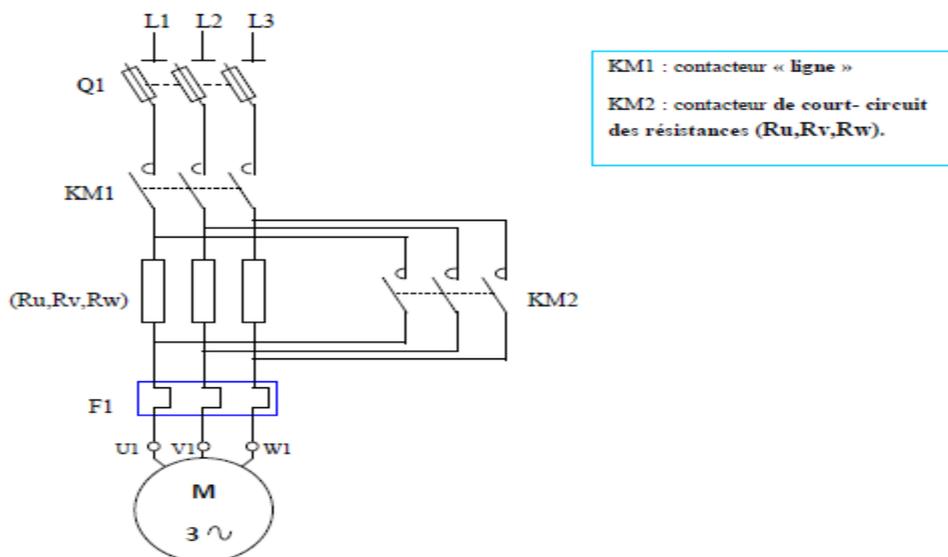
b- Circuit de commande



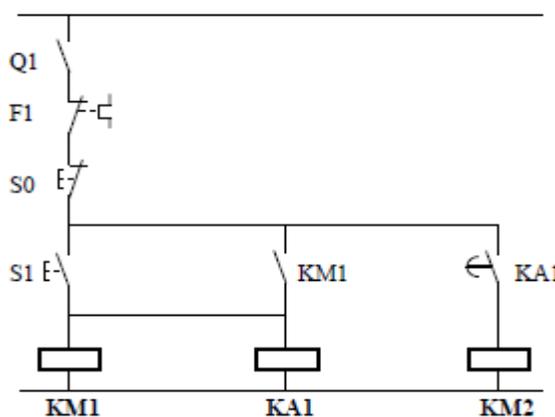
4.3.2. Démarrage par élimination de résistances statoriques

4.3.2.1. Démarrage par élimination de résistances statoriques à un seul sens de marche

a- Circuit de puissance

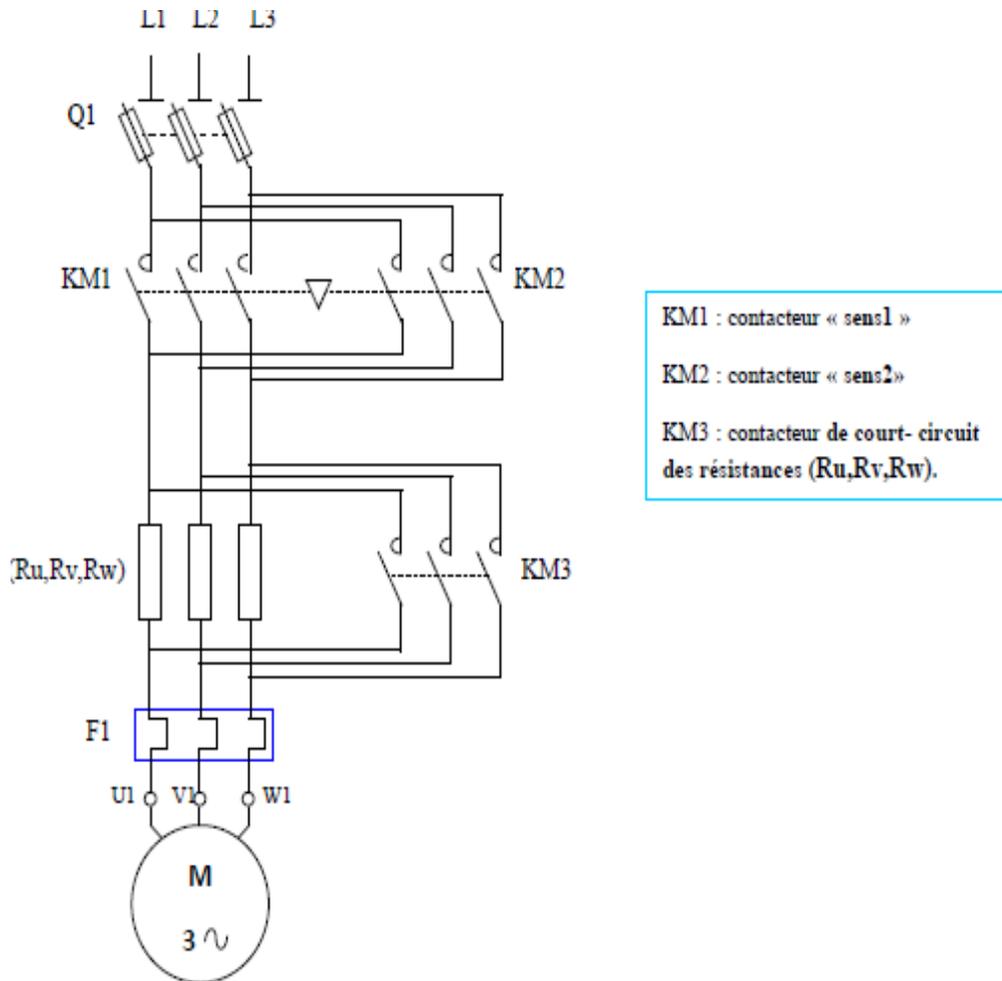


b- Circuit de commande

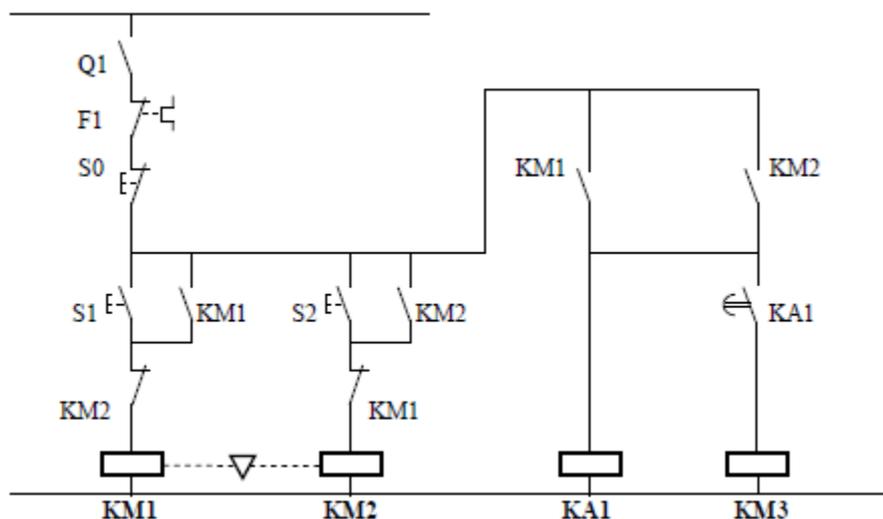


4.3.2.2. Démarrage par élimination de résistances statoriques à deux sens de marche

a- Circuit de puissance



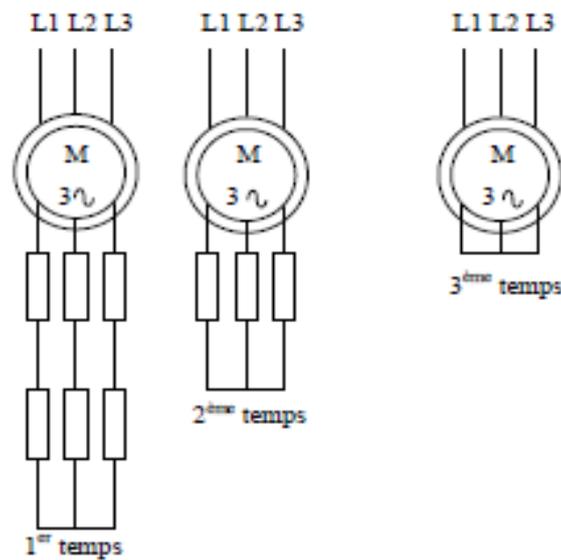
b- Circuit de commande



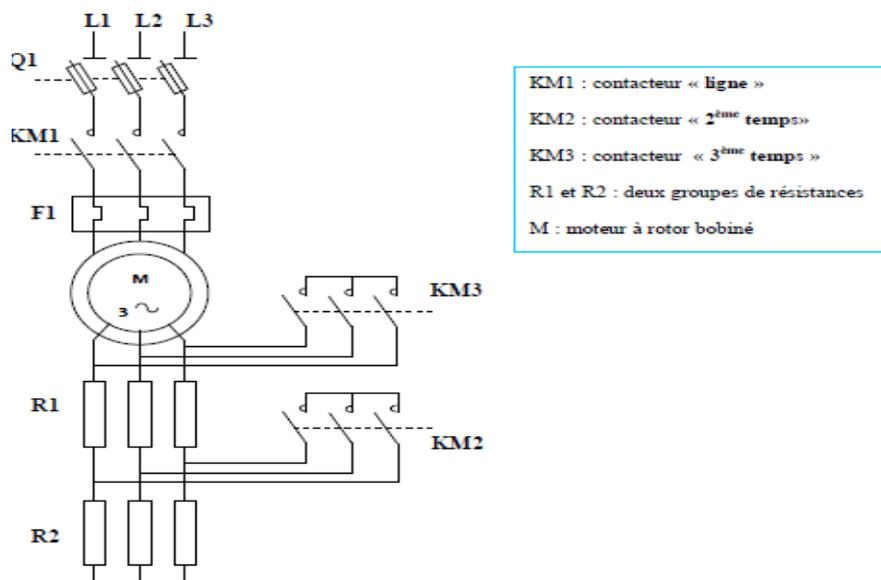
4.3.3. Démarrage par élimination de résistances rotoriques

Principe Ce type de démarrage est utilisé pour les moteurs à rotor bobiné dont les enroulements sont couplés en Y, et les trois sorties sont soudés à des bagues fixées sur l'arbre du moteur auxquels on peut insérer des résistances à l'aide de balais frotteurs. Ce démarrage consiste à alimenter le stator du moteur par la tension nominale et éliminer les résistances rotoriques en plusieurs temps (3 temps au minimum).

- ✓ **1er temps** : On insère la totalité des résistances dans les enroulements du rotor.
- ✓ **2ème temps** : On diminue la résistance du circuit rotor en éliminant une partie des résistances insérées.
- ✓ **3ème temps** : On élimine toutes les résistances rotoriques en court-circuitant les enroulements du rotor.

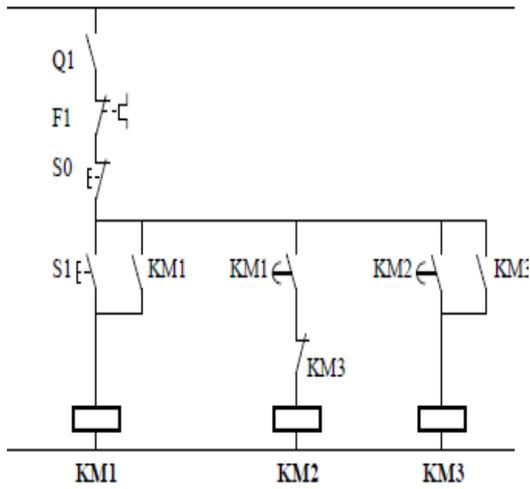


4.3.3.1. Démarrage par élimination de résistances rotoriques à un seul sens de marche a- Circuit de puissance

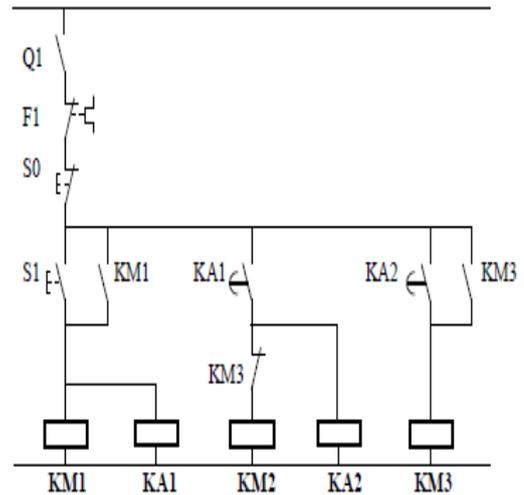


b- Circuit de commande

Solution 1 :

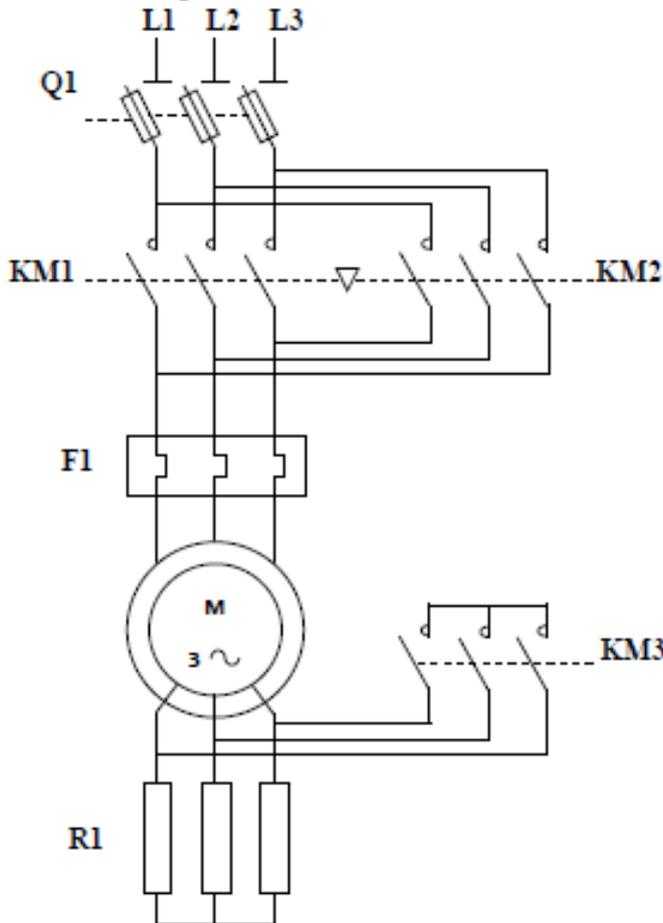


Solution 2 :



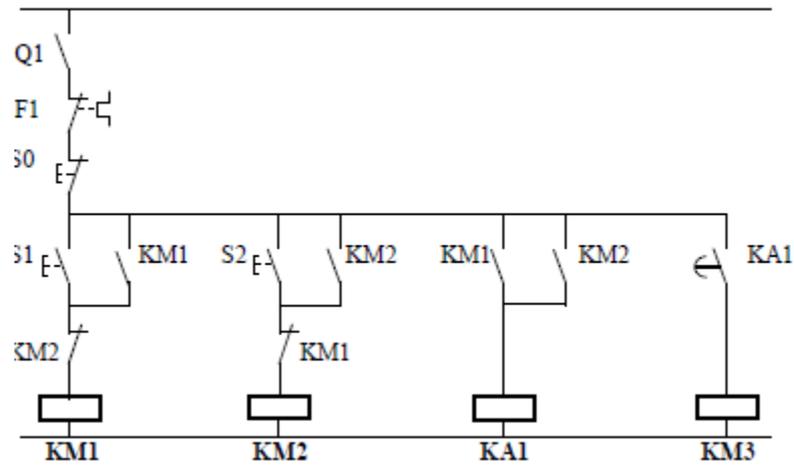
4.3.3.2 Démarrage par élimination de résistances rotoriques, deux sens de marche
(démarrage en deux temps)

a- Circuit de puissance



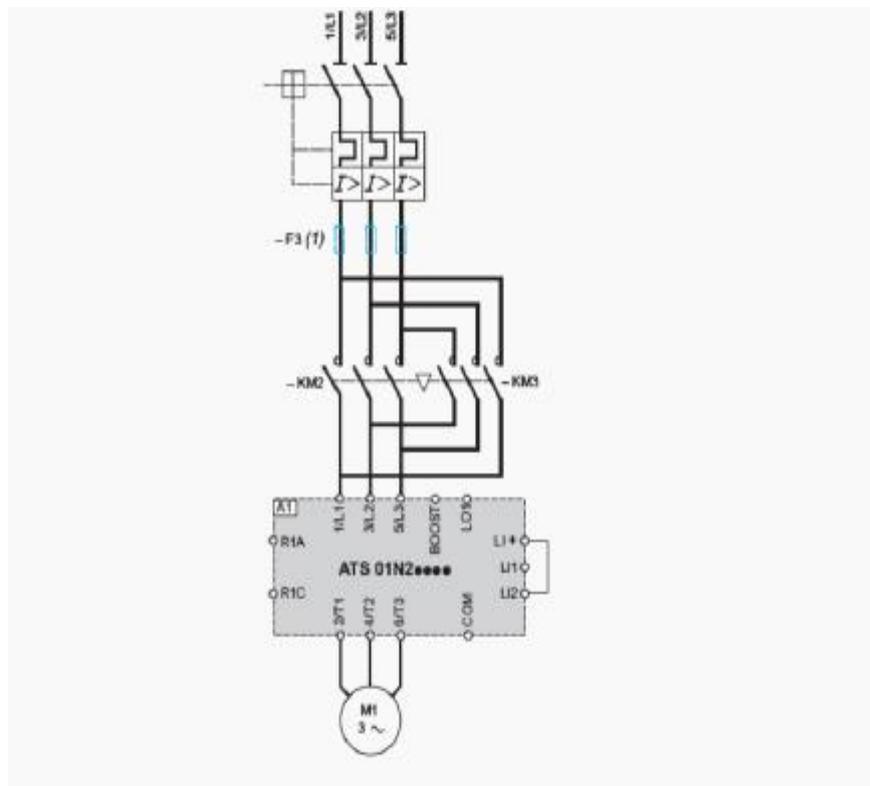
- KM1 : contacteur « sens1 »
- KM2 : contacteur « sens2 »
- KM3 : contacteur « 2^{ème} temps »
- R1 : un groupe de résistances
- M : moteur à rotor bobiné

b- Circuit de commande



4.4. Démarreurs électroniques

- ✓ **Fonction** Permettre le démarrage et éventuellement la variation de vitesse du moteur tout en le protégeant contre toute surintensité et emballement.
- ✓ **Exemple** (démarreur de type ATS)



5. Utilisations de Capteurs :

Dans les systèmes techniques, de nombreuses grandeurs physiques (température, pression, intensité lumineuse, position, déplacement,...) sont à mesurer et à prendre.

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

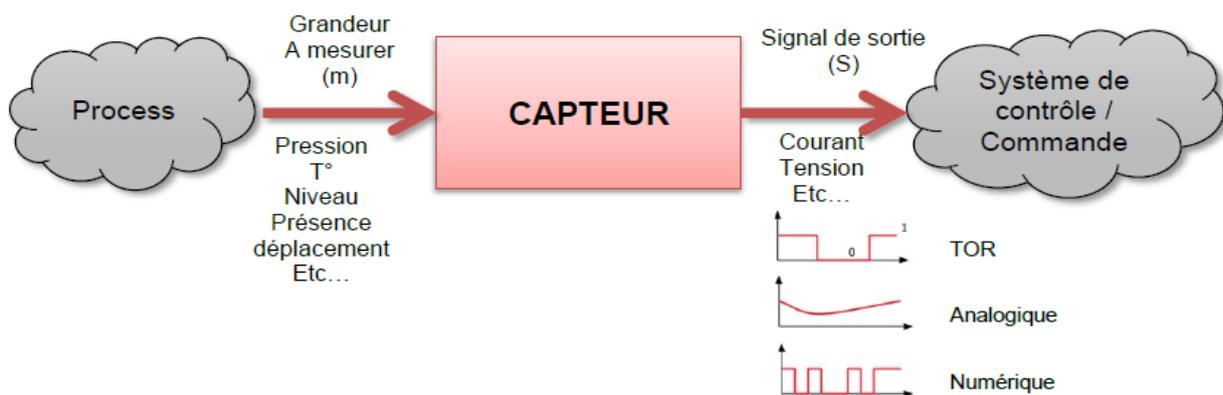
Cet organe technique qui est à l'origine de cette **chaîne d'acquisition** est défini par un terme générique **CAPTEUR**.



5.1 Définition du 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 signal de sortie d'un capteur est très souvent électrique (Courant ou tension).



Le capteur est caractérisé par sa fonction : $s = f(m)$ où s est la grandeur de sortie ou la réponse du capteur et m la grandeur physique à mesurer (Mesurande).

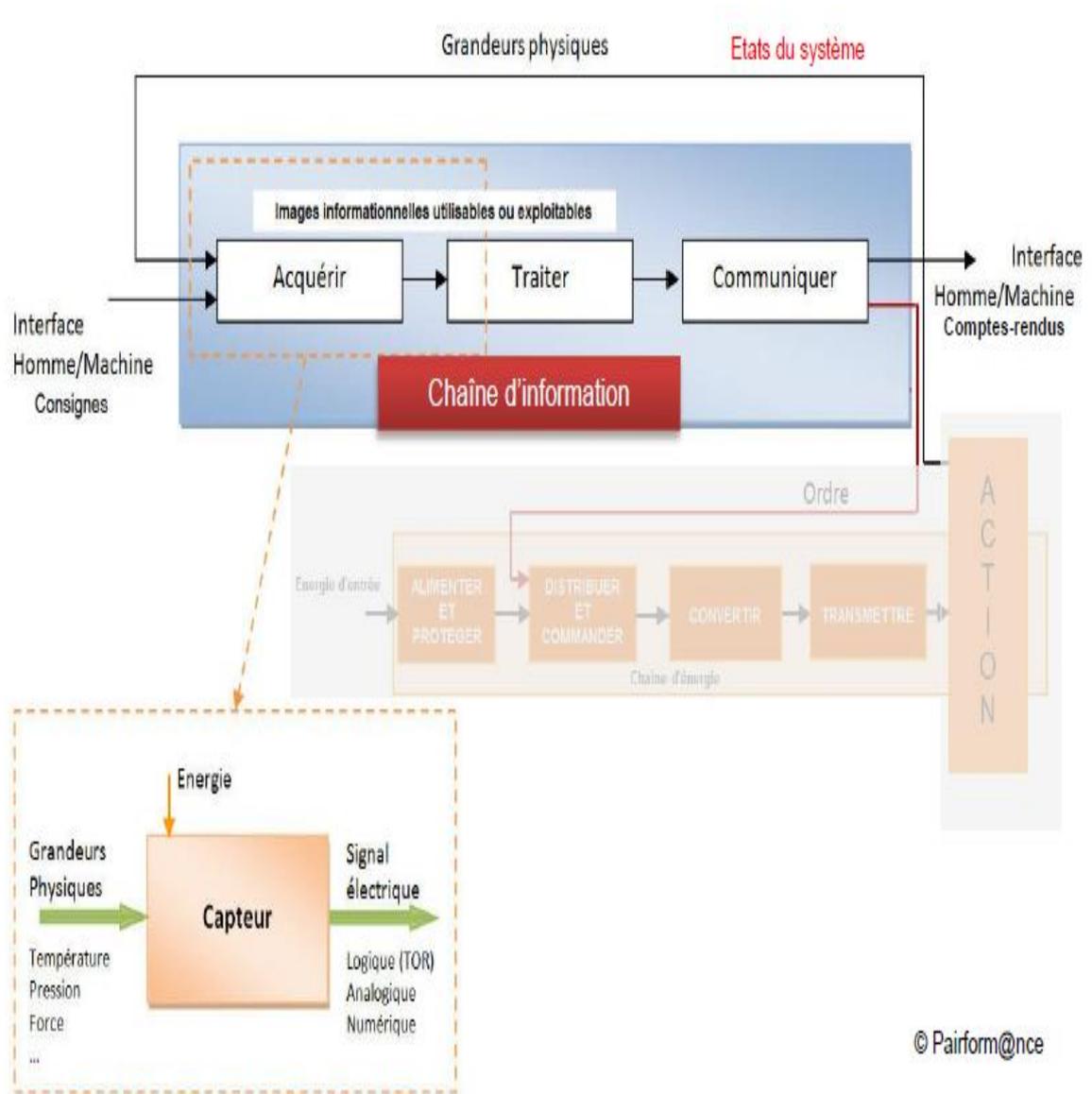
5.2 Situation des capteurs dans un système

Les capteurs font partie de la chaîne d'information d'un système. Une chaîne d'information est une association structurée de composants qui à partir d'une information source permet, de l'acquérir (capteur), de la traiter (par programme) et de restituer une

information ou une consigne qui peut être utilisable directement par l'utilisateur ou qui permet d'actionner une chaîne d'énergie.

Toute chaîne d'information est composée des groupes fonctionnels :

- **Acquérir** l'information
- **Traiter** l'information
- **Communiquer** l'information



© Pairform@nce

Le but recherché en utilisant un capteur est de détecter ou mesurer, convertir une grandeur pour la rendre exploitable et transmettre des comptes-rendus vers le constituant de traitement ce qui permet ensuite d'informer l'utilisateur ou déclencher une action.

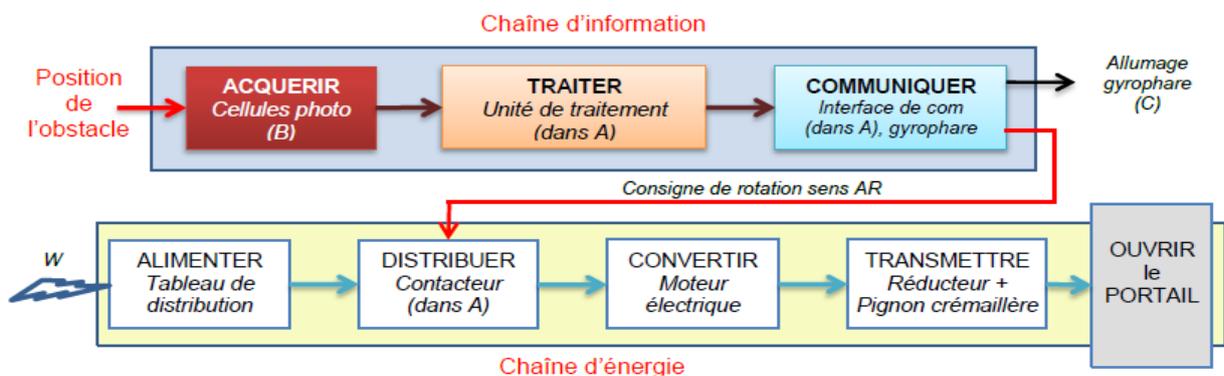
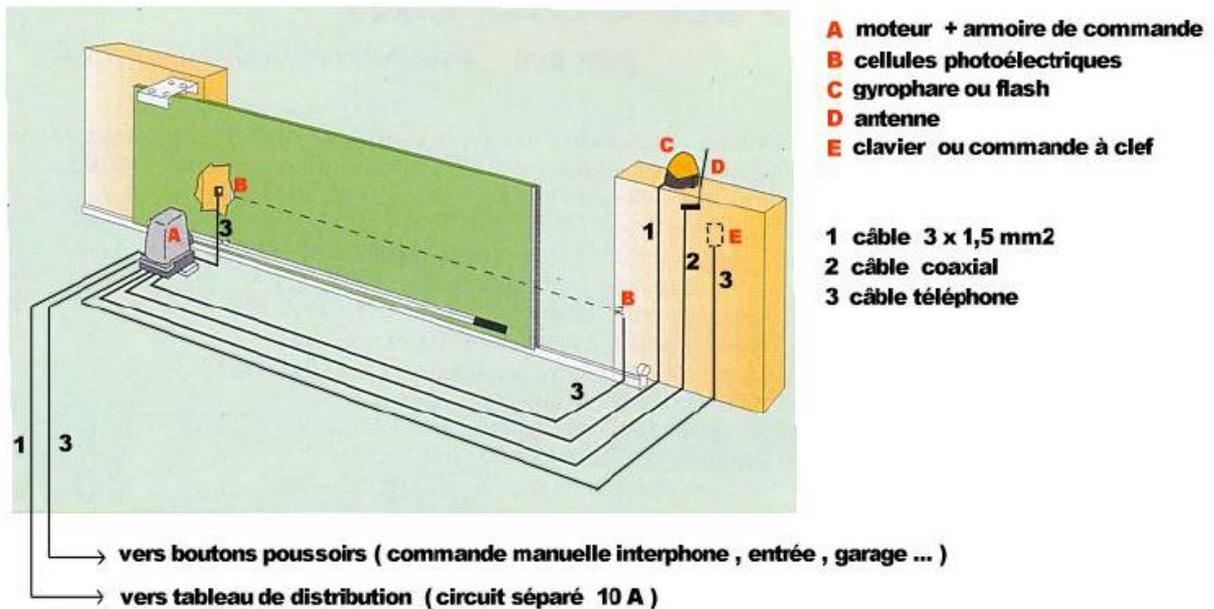
La grandeur physique à mesurer peut être très variée : déplacement, température, pression, vitesse, position, couleur, radioactivité, dimension,...

Exemple : PORTAIL AUTOMATIQUE (voir schéma plus bas)

Les cellules photoélectriques (B) permettent de détecter une présence (véhicule, personne, animal, objet,...) dans la zone de déplacement du portail. Pendant la phase de fermeture, si une

présence est détectée, l'ordre d'inversion du sens de rotation du moteur est donné par l'armoire de commande (A) afin de provoquer l'entraînement du portail en sens inverse et éviter ainsi tout accident ou détérioration du matériel.

La représentation schématique suivante met en évidence les constituants de la chaîne d'information (et d'énergie) permettant d'assurer cette fonction liée à la sécurité anti-coincement.

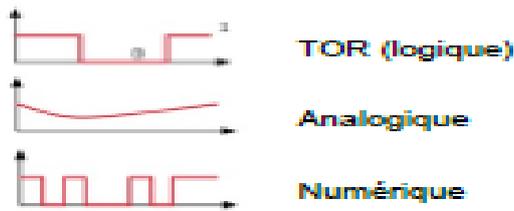


L'information source (position obstacle) est détectée par les cellules photo. Cette information est convertie en signal électrique et transmise à l'unité de traitement. En fonction de son programme interne, l'unité de traitement décide alors d'envoyer une consigne de rotation en sens AR au contacteur par l'intermédiaire de l'interface de communication ainsi que la signalisation de la mise en mouvement par allumage du flash.

5.3.3. Classification d'un Capteur

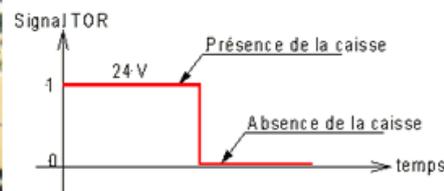
5.3.3.1 Classification en fonction du signal délivré

L'information transmise par un capteur peut être :



a- Capteur TOR

Un capteur TOR (**T**out **O**u **R**ien) est un capteur dont la sortie ne peut prendre que deux états généralement représenté par 0 et 1.



Ce sont les capteurs les plus répandus en automatisation (interrupteurs de position, détecteurs de proximité...)

Les capteurs TOR ne délivrant que deux états 0 et 1 sont généralement appelés des **DETECTEURS**

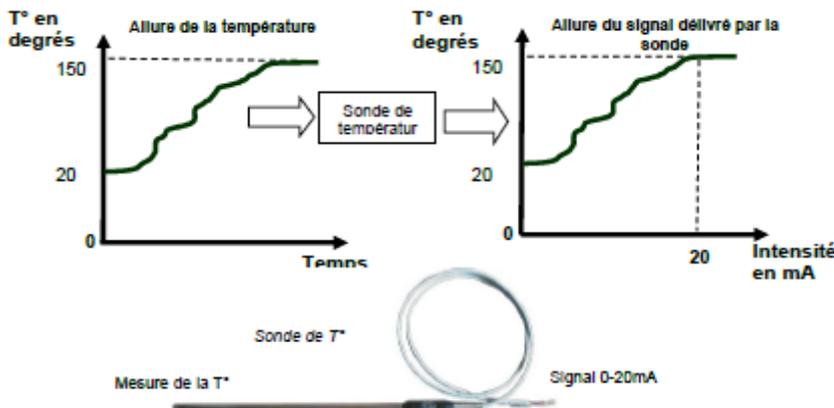
Domaine d'utilisation des capteurs TOR :

- Détection de la présence, d'un passage
- Détection d'un seuil de T° (Thermostat), d'un seuil de pression (Pressostat),...

b- Capteur ANALOGIQUE

Signal ANALOGIQUE : Signal qui évolue dans le temps de façon continue.

Un capteur analogique délivre une information (électrique, visuelle,...) qui évolue de façon continue entre deux bornes.



Domaines d'utilisation des capteurs ANALOGIQUES :

- Mesure de grandeurs physiques (T°, Pression, Niveau, Tension, Force, Luminosité, Couleur,...)

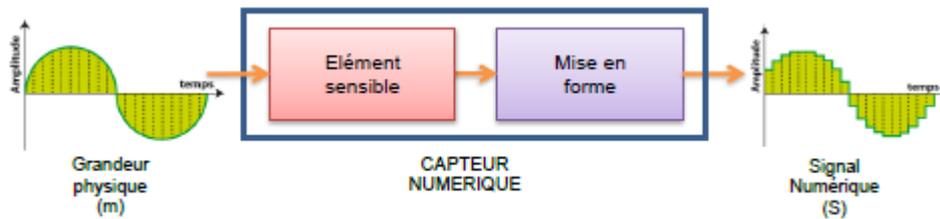
c- Capteur NUMERIQUE

Signal NUMERIQUE : Signal composé d'un nombre fini de valeurs numériques.

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

✓ Echantillonnage

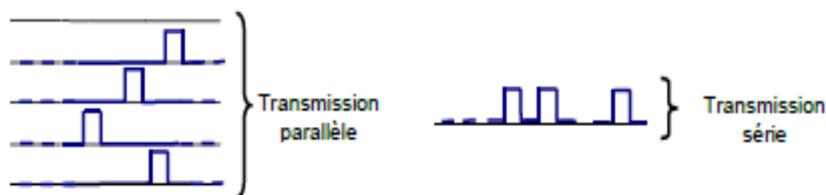
Un signal numérisé est un signal analogique qui a été échantillonné. Cela signifie que l'on a à intervalles réguliers la valeur du signal. Le nombre d'évènements lus par secondes correspond à la fréquence d'échantillonnage. Cette fréquence doit être suffisamment grande si l'on veut préserver la forme originale du signal.



✓ Transmission du signal

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.



Domaines d'utilisation des capteurs NUMERIQUES :

- Détection en continu d'une grandeur (T°, Pression, Niveau, Tension, Force, Luminosité, Couleur,...)
- Traitement numérique de l'information.