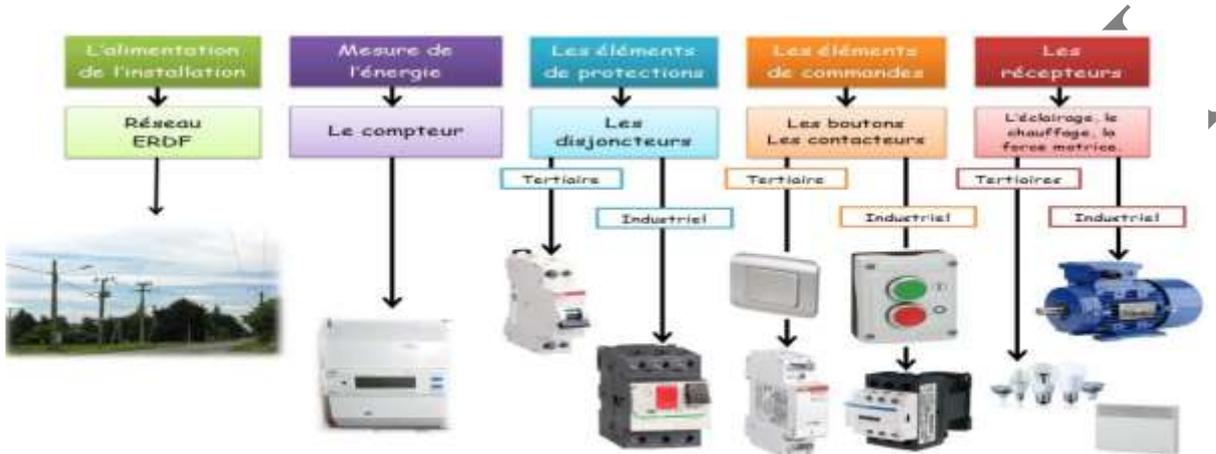


# CHAPITRE 1

## GENERALITES SUR LE SCHEMA D'ELECTRICITE INDUSTRIELLE (L'APPAREILLAGE ELECTRIQUE)

### 1.1. INTRODUCTION :

Un schéma électrique est un dessin qui représente un simple circuit électrique ou une installation électrique complète.



### 1.2. But d'un schéma électrique

- Expliquer le fonctionnement de l'équipement,
- Fournir les bases d'établissement et de réalisation physique de l'installation,
- Faciliter les essais (mise en service),
- Faciliter la maintenance et les dépannages plus rapidement... etc.

### 1.3. CLASSIFICATION DES SCHEMAS

L'appareillage électrique est classé en plusieurs catégories selon :

**1.3.1. Mode de Représentation** Nous pouvons classer les schémas selon leur mode de représentation.

#### 1.3.1.1. Représentation unifilaire

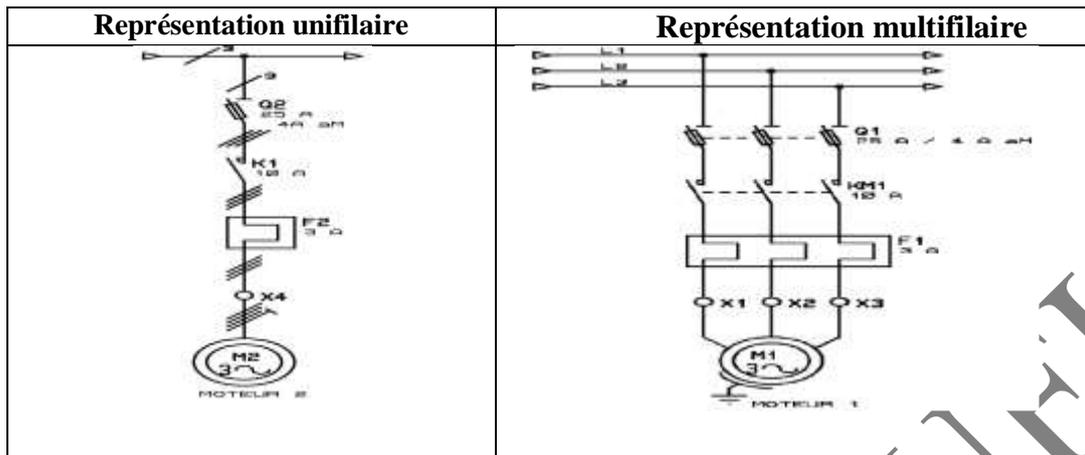
Deux ou plus de deux conducteurs sont représentés par un trait unique. On indique sur ce trait le nombre de conducteurs en parallèle. Cette représentation est surtout utilisée en triphasé.

Terre	Neutre	Trois conducteurs, + terre
Trois conducteurs		

#### 1.3.1.2. Représentation multifilaire

Dans la représentation multifilaire chaque conducteur est représenté par un trait. Cela prend plus de place, mais c'est aussi le schéma qui permet aux câbleurs de suivre facilement l'avancement de leur tâche de câblage et aux agents de maintenance de bien identifier les appareillages et conducteurs associés.

**Exemple :** Le schéma du circuit de puissance d'un moteur triphasé.



### 1.3.2. L'emplacement des symboles

- Représentation assemblée ;
- Représentation rangée ;
- Représentation développée ;
- Représentation topographique.

**1.3.3. La fonction :** Afin d'adapter la source d'énergie au comportement du récepteur, cinq grandes fonctions à remplir par l'appareillage électrique sont à définir:

- **Sectionnement :** il est nécessaire d'isoler les récepteurs (mise hors tension) de leur source d'énergie afin de pouvoir intervenir sur les installations.
- **Interruption (Coupure):** Parfois nécessaire d'être interrompu le récepteur de son alimentation en pleine charge, ceci pouvant faire office d'arrêt d'urgence.
- **Protection contre les courts-circuits :** Un courant de défaut est un courant supérieur de 10 à 13 fois le courant nominal. Afin d'éviter la détérioration des installations et des appareillages, les perturbations sur le réseau d'alimentation et les risques d'accidents humains, il est indispensable de détecter ces courts-circuits et d'interrompre rapidement le circuit concerné.
- **Protection contre les surcharges :** Les surcharges mécaniques provoquent une augmentation importante du courant absorbé, conduisant à un échauffement excessif du récepteur, ce qui réduit fortement sa durée de vie et peut aller jusqu'à sa destruction.
- **Commutation (Commande) :** Etablir et couper le circuit d'alimentation du récepteur.

**1.3.4. La tension :** Trois domaines de tension à distinguer:

- Basse tension (BT) concernant les tensions inférieures à 1 kV ;
- Moyenne tension MT (HTA) qui concerne les tensions entre 1 kV à 50 kV ;
- Haute tension HT concernant les tensions supérieures à 50 kV.

**1.3.5. Milieu de l'installation :**

**Intérieur :** à l'abri des intempéries et de la pollution, avec une température qui n'est pas inférieure à - 5 °C.

**Extérieur :** Capable de fonctionner dans des conditions climatiques et atmosphériques contraignantes.

**1.3.6. Type de matériel :**

- **Ouvert,** dont l'isolation externe est faite dans l'air;
- **Sous enveloppe métallique ou blindé reliée à la terre,** qui permet d'éviter tout contact accidentel avec les pièces sous tension.

### 1.3.7. Température de service

Un appareillage électrique est prévu pour fonctionner avec des températures normales de service (ex : Max 40 °C, Min- 40 °C).

### 1.3.8. Technique de coupure

- Amorçage d'un arc entre deux contacts, comme principe de base pour la coupure d'un courant alternatif ;
- Interruption du courant ;
- Recherche permanente de la réduction des énergies de manœuvre, afin de réaliser des appareils plus fiables et plus économiques ;
- Réduction des surtensions, générées pendant leur fonctionnement, grâce à l'insertion de résistances de fermeture ou par la synchronisation des manœuvres par rapport à la tension.
- coupure par auto-soufflage, qui vient de s'imposer pour les disjoncteurs à haute tension, on peut historiquement résumer les milieux choisis pour la coupure : (Air ; Huile ; Air comprimé ; SF6 ; Vide).

## 1.4. CHOIX DE L'APPAREILLAGE

Le choix de l'appareillage électrique exige :

- Une bonne connaissance du comportement du récepteur lors de l'utilisation normale et lors de dysfonctionnement en prenant en considération la cadence de fonctionnement, le risque de surcharge, la résistance aux courts-circuits et la résistance aux surtensions [1].
- Une conformité aux normes correspondantes et convenir à leur application particulière en ce qui concerne la présentation extérieure de l'ensemble (ouvert ou enveloppé), leurs caractéristiques électriques et mécaniques.
- Une susceptibilité de faire l'objet d'un déclassement (diminution de leur courant assigné), compte tenu des conditions de voisinage avec d'autres matériels et de la température intérieure, en fonctionnement, de l'ensemble.
- Une coordination entre les courants maximaux admissibles de certains appareils et les caractéristiques des dispositifs de protection placés en amont [1-2].
- Quand les indices de protection IP ont été spécifiés pour l'enveloppe, les matériels encastrés doivent avoir une tenue correspondante, à moins de recevoir une protection complémentaire ; il en est de même des dispositifs de commande.

## 1.5. PROTECTION DES INSTALLATIONS ELECTRIQUES

La protection électrique est destinée à éviter tous les dangers et dégâts inhérents aux risques électriques pour les installations, les récepteurs et les personnes. Le rôle de la protection électrique est d'éviter ou de limiter les conséquences destructives et dangereuses des surintensités ou des défauts d'isolement, et de séparer le circuit défectueux du reste de l'installation.

### 1.5.1. Protection contre les contacts directs

- Par isolation des parties actives : celles-ci doivent être totalement recouvertes d'un isolant qui ne peut être enlevé que par destruction ;
- Par des enveloppes (boîtiers, armoires...) ne pouvant être ouvertes qu'à l'aide d'une clé ou d'un outil après mise hors tension ;
- Par éloignement : la distance d'éloignement doit être de 2,5 m ;
- Par la mise en place d'obstacles : panneaux grillagés fixes distant d'au moins 10 cm pour  $U < 500$  V ou 20 cm pour  $U > 500$  V.
- L'existence au sein du circuit d'un disjoncteur, d'un relais ou d'un fusible permet de réduire le danger en ouvrant le circuit lorsque le courant dépasse une valeur donnée pendant un temps déterminé (en cas de court-circuit ou de surcharge).

### 1.5.2. Protection contre les contacts indirects

- Par mise en terre des masses avec coupure automatique de l'alimentation : les schémas de liaison à la terre sont aussi appelés "régimes du neutre".
- Par une double isolation (une isolation renforcée).

### 1.5.3. Protection pour le matériel électrique

Le matériel électrique doit être compatible avec la tension d'alimentation. La norme NFC 20-030 répartit les matériels électrotechniques en quatre classes en fonction de leur conception du point de vue sécurité :

Classes	Caractéristiques	Emploi	Symbole
0	<ul style="list-style-type: none"><li>• isolation principale</li><li>• pas de possibilité de relier les masses entre elles ou à la terre</li></ul>	Utilisation interdite sur les lieux de travail. La norme NF C 15-100 de 1990 limite leur utilisation aux luminaires fixes	Pas de symbole
I	<ul style="list-style-type: none"><li>• isolation principale</li><li>• masses reliées entre elles et à la terre</li></ul>	Utilisation possible sur les lieux de travail pour les machines fixes	
II	<ul style="list-style-type: none"><li>• isolation renforcée (ou double isolation)</li><li>• masses non reliées à la terre</li></ul>	Utilisation possible sur les lieux de travail pour les machines non fixes	
III	<ul style="list-style-type: none"><li>• alimentation en très basse tension de sécurité (TBTS) ou de protection</li><li>• masses non reliées à la terre</li><li>• alimentation sécurisée (transformateur de sécurité)</li></ul>	Obligatoire sur les appareils portatifs, non fixes en milieu confiné humide ou mouillé	Indication de la tension nominale (maximale)

## 1.6. DISPOSITION DE PROTECTION

### 1.6.1. Les circuits : Ils doivent être protégés contre :

- Les courants de surcharge : cela correspond à un courant excessif circulant dans une installation saine (sans défaut).
- Les courants de court-circuit, dus, par exemple, à la rupture d'un isolant entre phases ou entre phase et neutre.

La protection dans ces deux cas est assurée par un *disjoncteur* ou un appareillage à *fusible* installé en *amont* dans le tableau de distribution.

### 1.6.2. Les personnes

Pour éliminer les risques d'électrocution, la protection agit contre les défauts d'isolement, la protection est assurée par *des fusibles ou des disjoncteurs*, des *dispositifs différentiels* à courant résiduel.

### 1.6.2. Les moteurs : Ils doivent être protégés contre :

- Les défauts thermiques : sur-échauffements, dus, par exemple, à une charge entraînée trop importante, à un calage de rotor, à un fonctionnement sur deux phases. La protection est assurée par *des relais thermiques*.
- Les courants de court-circuit : la protection est assurée soit par *des fusibles type aM* (accompagnement Moteur), soit par *des disjoncteurs moteurs*.

## 1.7. INDICE DE PROTECTION

1.7.1. **Indice de protection IP** : est défini par 2 chiffres qui caractérisent :

- Premier chiffre : protection contre la pénétration des corps solides
- Deuxième chiffre : protection contre la pénétration des liquides

Elément	Chiffre	Signification pour la protection des matériels	Signification pour la protection des personnes
PREMIER CHIFFRE	0	Contre la pénétration de corps étrangers non protégé	Contre l'accès aux parties dangereuses avec : non protégé
	1	de diamètre $\geq 50$ mm	dos de la main
	2	de diamètre $\geq 12,5$ mm	doigt
	3	de diamètre $\geq 2,5$ mm	outil
	4	de diamètre $\geq 1$ mm	fil
	5	protégé contre la poussière	fil
	6	étanche à la poussière	fil
DEUXIEME CHIFFRE	0	Contre la pénétration d'eau avec effets nuisibles non protégé	
	1	gouttes d'eau verticale	
	2	gouttes d'eau ( $15^\circ$ d'inclinaison)	
	3	pluie	
	4	projection d'eau	
	5	projection à la lance	
	6	projection puissante à la lance	
	7	immersion temporaire	
	8	immersion prolongée	

### 1.7.2. Protection contre les chocs mécaniques indice IK

On complète parfois la désignation de l'indice de protection par un chiffre (02, 07, 08 ou 10) qui définit l'indice de protection contre les chocs :

Chiffres	Nature des chocs
02	faibles
07	moyens
08	importants
10	très important

### 1.7.3. La lettre additionnelle

Le code IP est complété par une lettre additionnelle (placée à la fin du code **IPnm**) si la protection contre les contacts directs est plus élevée que le premier chiffre, la lettre adoptée étant la suivante :

- **A** pour le contact involontaire avec le dos de la main,
- **B** pour le contact avec le doigt de la main,
- **C** pour le contact avec un outil de diamètre 2,5 de 100 mm de long,
- **D** pour le contact avec un outil de diamètre 1 de 100 mm de long.

### 1.7.4. La lettre supplémentaire

Le code IP est complété par une lettre supplémentaire (placée à la fin du code **IPnmX**) si l'appareil comporte les particularités suivantes :

- **H** si l'appareil est à haute tension,
- **M** si la pénétration de l'eau à des effets nuisibles sur une partie mobile d'une machine en mouvement,
- **S** si la pénétration de l'eau à des effets nuisibles sur une partie mobile d'une machine stationnaire,
- **W** s'il faut tenir compte d'une situation - atmosphérique ou non - particulière.