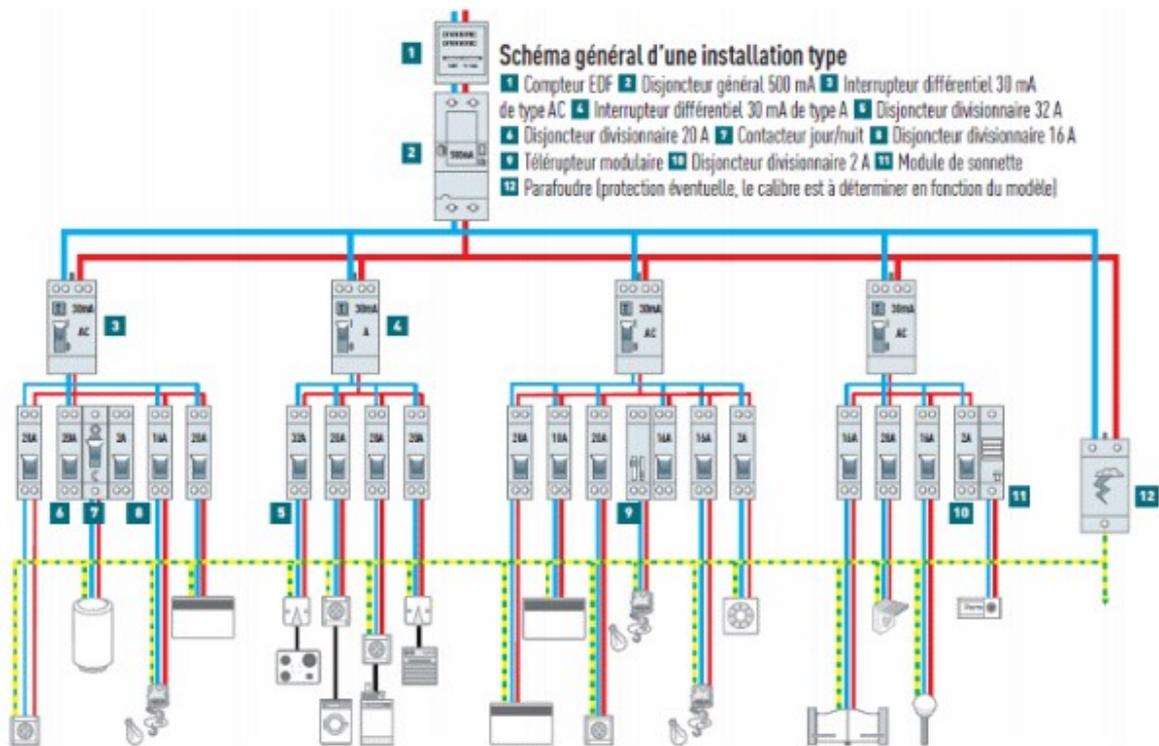


# Chapitre 1 : Installations électriques, phénomènes et appareillages

## 1. Introduction

Pour une installation électrique, chaque composant ou appareil doit remplir une fonction bien déterminée. Les fonctions sont principalement :

- Connexion et Isolement (Sectionnement),
- Protection,
- Commande,
- Signalisation.



**Fig.1-1.** Schéma général d'une installation électrique

L'appareillage électrique est défini comme l'ensemble des composants réalisant ses fonctions.

Il est utilisé selon le domaine d'application et selon son rôle dans la totalité de l'installation.

Cette variété d'utilisation demande de respecter un certain nombre des facteurs, lors de la conception de l'appareillage électrique qui sont :

- Nature de courant : courant continu ou alternatif ;
- Tension nominale : (ou de service) c'est la tension limite d'utilisation ;
- Courant nominal : c'est la condition de passage d'un courant dans un appareil électrique lors du fonctionnement normal;

- Pouvoir de coupure : est l'aptitude d'un appareil à couper un courant de court-circuit, dans les conditions de fonctionnement nominal de l'installation ( $U_n$ ), sans endommager l'installation ou une partie de l'installation.
- Lieu d'emploi : l'appareillage électrique doit satisfaire aux conditions de l'environnement.

## 2. Choix et classifications de l'appareillage

Pour choisir l'appareillage électrique adapté au récepteur demande 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. Les constituants (appareillages, sous-ensembles) doivent être conformes aux normes correspondantes et convenir à leur application particulière en ce qui concerne la présentation extérieure de l'ensemble, leurs caractéristiques électriques et mécaniques.

L'appareillage électrique est classé en plusieurs catégories selon :

### a. sa fonction

Pour adapter la source d'énergie au comportement du récepteur, il est défini cinq grandes fonctions à remplir par l'appareillage électrique :

- le sectionnement • l'interruption • la protection contre les courts-circuits • la protection contre les surcharges • la commutation.

### b. sa tension

On distingue les domaines de tension suivants:

- la basse tension BT qui concerne les tensions inférieures à 1 kV.
- la moyenne tension MT (HTA) qui concerne les tensions entre 1 kV et 50 kV.
- la haute tension HT (HTB) qui concerne les tensions supérieures à 50 kV.

### c. sa destination

L'appareillage électrique est destiné à fonctionner dans les réseaux ou installations principaux suivants:

- installations domestiques BT ( $< 1$  kV)
- installations industrielles BT ( $< 1$  kV)
- installations industrielles HT (3,6 à 24 kV)
- réseaux de distribution ( $< 52$  kV)
- réseaux de répartition ou de transport ( $\geq 52$  kV)

#### **d. son installation**

On peut distinguer : le matériel pour l'intérieur, le matériel pour l'extérieur.

#### **e. le type de matériel**

Deux types sont distingués :

- le matériel ouvert, dont l'isolation externe est faite dans l'air.
- le matériel sous enveloppe métallique ou blindé, muni d'une enveloppe métallique, reliée à la terre, qui permet d'éviter tout contact accidentel avec les pièces sous tension.

#### **f. la température de service**

L'appareillage est prévu pour fonctionner avec les températures normales de service suivantes:

- la température maximale de l'air ambiant n'excède pas 40 °C et sa valeur moyenne, mesurée pendant une période de 24 h, n'excède pas 35 °C.
- la température minimale de l'air ambiant n'est pas inférieure à - 25 °C ou - 40 °C.

#### **g. technique de coupure**

L'histoire de l'appareillage électrique est riche d'inventions diverses, de principes de coupure performants, de technologies très variées utilisant des milieux aussi différents pour l'isolement et la coupure. On peut résumer les milieux suivants qui ont été choisis pour la coupure :

- air • huile • air comprimé • SF6 • vide.

### **3. Contact électrique**

#### **3.1 Définition**

Un contact électrique est un système permettant le passage d'un courant électrique à travers deux éléments de circuit mécaniquement dissociables. C'est un des éléments principaux des composants électromécaniques : contacteur, relais, interrupteur, disjoncteur.

#### **3.2 Caractéristiques et catégories**

Le contact électrique est caractérisé par sa résistance de contact, sa résistance à l'érosion, sa résistance à l'oxydation. Afin d'optimiser ses caractéristiques, les surfaces destinées à assurer la fonction de contact sont recouvertes par plaquage, ou comportent une partie massive ajoutée, d'un matériau particulier tel que l'Or, le platine (Palladium) et le Tungstène.

Le contact électrique a deux états par défaut:

NO : Normalement Ouvert (Open)

NF : Normalement Fermé (NC : Close)

**Les contacts sont aussi divisés en 2 catégories :**

Les contacts secs ou contacts hors tension.

Les contacts mouillés ; leurs définitions n'expriment pas un degré d'humidité mais l'origine du basculement d'état (relais à contact mouillé au mercure).

## 4. Phénomènes liés au courant et à la tension électriques

### 1. Les surintensités

Dans un circuit électrique, la surintensité est atteinte lorsque l'intensité du courant dépasse une limite jugée supérieure à la normale.

Les causes et les valeurs des surintensités sont multiples. On distingue habituellement dans les surintensités, les surcharges et les courts-circuits.

#### a. La surcharge

Le courant de surcharge est en général une faible surintensité se produisant dans un circuit électrique sain. L'exemple type en est le circuit alimentant des prises de courant sur lesquelles on a raccordé un trop grand nombre d'appareil.

#### *Caractéristiques*

Le terme "surcharge" est utilisé pour un courant excessif circulant dans un circuit en bon état électriquement. Les surcharges sont en général inférieures à 10 fois le courant nominal du circuit.

Les surcharges de courant ne sont pas beaucoup plus élevées que le courant maximum permanent d'une installation, mais si elles se maintiennent trop longtemps elles peuvent faire des dégâts. Les dégâts, plus particulièrement aux matières isolantes en contact avec les conducteurs de courant, sont la conséquence de l'effet thermique du courant. La durée de cet effet thermique est relativement longue (de quelques secondes à quelques heures), et la surcharge peut donc être caractérisée par la valeur efficace du courant. La protection contre une surcharge est réalisée par un dispositif de protection capable de diminuer la durée de la surcharge.

#### b. Le court-circuit

Le courant de court-circuit est en général une forte intensité produite par un défaut de résistance négligeable entre des points présentant une différence de potentiel en service normal.

#### *Caractéristiques*

Le court circuit est souvent dû à une défaillance électrique importante comme la rupture d'un isolant, la chute d'un objet métallique sur des barres ou la défaillance d'un semi conducteur. Il en résulte un courant de défaut dont la valeur efficace est très élevée (typiquement supérieure à 10 fois la valeur du courant nominal de l'installation).

L'effet thermique est tellement rapide que les dégâts dans l'installation se produisent en quelques millisecondes. Cet effet thermique extrêmement rapide ne peut pas être caractérisé par la valeur efficace du courant présumé de défaut comme c'est le cas dans les surcharges, car il dépend de la forme de l'onde de courant.

Dans ce cas la protection doit limiter l'énergie associée au défaut ; cette énergie est liée à la grandeur suivante  $I^2t$ . Cette grandeur est une mesure de l'énergie thermique fournie à chaque ohm du circuit par le courant de court circuit pendant le temps  $t$ . Cependant la protection contre les court-circuits impose souvent une condition supplémentaire qui est la limitation de la valeur crête du courant autorisé dans l'installation.

En effet les forces électromagnétiques sont proportionnelles au carré de la valeur instantanée du courant et peuvent produire des dégâts mécaniques aux équipements si les courants de court circuit ne sont pas « limités » très rapidement. Les contacts de sectionneurs, contacteurs et même de disjoncteurs peuvent se souder si la valeur crête du courant passant dans le circuit de défaut n'est pas limitée à une valeur suffisamment basse. Si la fusion de certains conducteurs et de certaines parties de composants se produit, un arc entre les particules fondues peut s'amorcer, déclencher des incendies et créer des situations dangereuses pour le personnel. Une installation électrique peut même être complètement détruite. Les fusibles ultra-rapides pour la protection des semi conducteurs fournissent une excellente protection en cas de court circuit.

## 2. Les surtensions

Ce sont des perturbations qui se superposent à la tension nominale d'un circuit. Elles peuvent apparaître :

- entre phases ou entre circuits différents, et sont dites de mode différentiel,
- entre les conducteurs actifs et la masse ou la terre.

Une surtension est une impulsion ou une onde de tension qui se superpose à la tension nominale du réseau (voir fig.1)

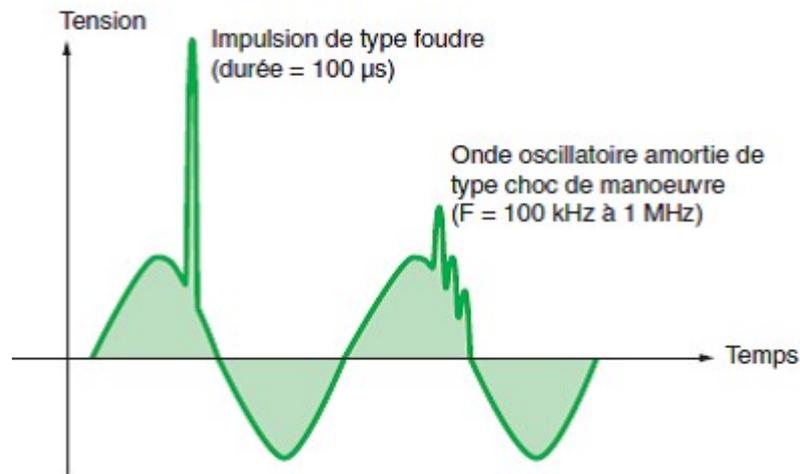


Fig.1 : Exemple de surtensions

Elle désigne le fait pour un élément particulier d'un dipôle électrique d'avoir à ses bornes tension aux bornes d'un condensateur dans un dipôle RLC série en résonances. D'autre part, un réseau électrique possède en générale une tension normale : on parle aussi de tension nominale. En basse tension, cette tension nominale peut être par exemple de 230V entre phase et neutre. En moyenne tension, celle-ci est normalisée à 20kV (entre phase) et 11.5kV (entre phase et terre). Le réseau peut se trouver accidentellement porté à une tension supérieure de sa tension nominale : on parle alors de surtension. Les surtensions sont une des causes possibles de défaillances d'équipements électriques ou électroniques, bien que ceux-ci soient de mieux en mieux protégés contre ce type d'incident.

Une surtension perturbe les équipements et produit un rayonnement électromagnétique. En plus, la durée de la surtension (T) cause un pic énergétique dans les circuits électriques qui est susceptible de détruire des équipements. Elle est caractérisée (voir fig.2) par:

- le temps de montée  $t_f$  (en  $\mu s$ ),
- la pente S (en  $kV/\mu s$ ).

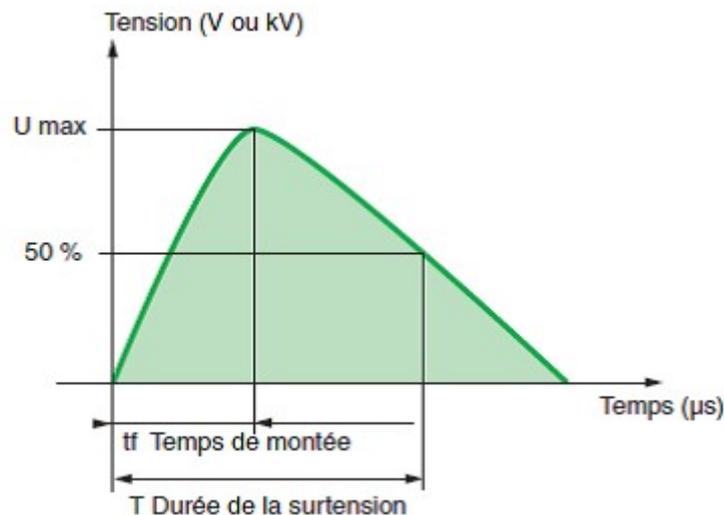


Fig.2 : Principales caractéristiques d'une surtension

## 2.1 Types de surtension dans les réseaux électriques

Quatre types de surtension peuvent perturber les installations électriques et les récepteurs :

### a. Surtensions de manœuvre :

Surtensions à haute fréquence ou oscillatoire amortie causées par une modification du régime établi dans un réseau électrique (lors d'une manœuvre d'appareillage) elles sont d'une durée de quelques dizaines microsecondes à quelques millisecondes. La manœuvre d'un sectionneur dans un poste électrique à isolation gazeuse engendre en particulier des surtensions à fronts très raides.

### b. Surtensions à fréquence industrielle :

Surtensions à la même fréquence que le réseau (50, 60 ou 400 Hz) causées par un changement d'état permanent du réseau (suite à un défaut : défaut d'isolement, rupture conducteur neutre,...). Parmi ces surtensions, on peut citer : surtension provoquée par un défaut d'isolement, surtension sur une longue ligne à vide (effet Ferranti), et surtension par ferrorésonance

### c. Surtensions causées par des décharges électrostatiques.

Surtensions à très haute fréquence très courtes (quelques nanosecondes) causées par la décharge de charges électriques accumulées (Par exemple, une personne marchant sur une moquette avec des semelles isolantes se charge électriquement à une tension de plusieurs kilovolts).

#### **d. Surtensions d'origine atmosphérique.**

L'orage est un phénomène naturel connu de tous, spectaculaire et dangereux. Mille orages éclatent en moyenne chaque jour dans le monde. Les surtensions d'origine atmosphérique sont causées par le coup de foudre direct ou indirect sur les lignes électriques.

#### **3. Les efforts électrodynamiques**

Nous savons que la circulation de courants dans des conducteurs parallèles induit dans ces conducteurs des forces électromagnétiques proportionnelles au produit des courants circulant dans les deux conducteurs.

En cas de court-circuit dans une configuration de ligne ou de poste en conducteurs souples, on mesure alors des surtensions mécaniques (traction et flexion) appelées efforts électrodynamiques au niveau des supports et des isolateurs d'ancrage. On observe également des mouvements de conducteurs très importants. Ces efforts pouvant être considérables, il est indispensable de les prendre en compte dès la conception d'un nouvel ouvrage.

#### **4. Rigidité diélectrique**

La rigidité diélectrique d'un milieu isolant représente la valeur maximum du champ électrique que le milieu peut supporter avant le déclenchement d'un arc électrique (donc d'un court-circuit). On utilise aussi l'expression champ disruptif qui est synonyme mais plus fréquemment utilisée pour qualifier la tenue d'une installation, alors que le terme rigidité diélectrique est plus utilisé pour qualifier un matériau. Pour un condensateur quand cette valeur est dépassée, l'élément est détruit. La valeur maximale de la tension électrique appliquée aux bornes, est appelée tension de claquage du condensateur.

Dans le cas d'un disjoncteur à haute tension, c'est la valeur maximum du champ qui peut être supportée après l'extinction de l'arc (l'interruption du courant). Si la rigidité diélectrique est inférieure au champ imposé par le rétablissement de la tension, un réamorçage de l'arc se produit d'où l'échec de la tentative d'interruption du courant.

#### **5. Isolant électrique**

En électricité comme en électronique, un isolant, ou isolant électrique aussi appelé matériau diélectrique, est une partie d'un composant ou un organe ayant pour fonction d'interdire le passage de tout courant électrique entre deux parties conductrices. Un isolant possède peu de charges libres, elles y sont piégées, contrairement à un matériau conducteur où les charges sont nombreuses et libres de se déplacer sous l'action d'un champ électromagnétique.

La faculté d'un matériau à être isolant peut aussi être expliquée par la notion de d'énergie. L'isolation électrique est rattachée à une grandeur physique mesurable, la résistance, qui s'exprime en ohms (symbole :  $\Omega$ ).

#### **6. Claquage électrique**

Le claquage est un phénomène qui se produit dans un isolant quand le champ électrique est plus important que ce que peut supporter cet isolant. Il se forme alors un arc électrique. Dans un condensateur, lorsque la tension atteint une valeur suffisante pour qu'un courant s'établisse au travers de l'isolant (ou diélectrique), cette tension critique est appelée tension de claquage. Elle est liée à la géométrie de la pièce et à une propriété des matériaux appelée rigidité

diélectrique qui est généralement exprimée en (kV/mm). La décharge électrique à travers l'isolant est en général destructrice. Cette destruction peut-être irrémédiable, mais ceci dépend de la nature et de l'épaisseur de l'isolant entrant dans la constitution du composant : certains isolants sont ainsi dits auto-régénérateurs, comme l'air ou l'hexafluorure de soufre.

## **7. Ionisation des gaz**

L'ionisation est l'action qui consiste à enlever ou ajouter des charges à un atome ou une molécule. L'atome - ou la molécule - perdant ou gagnant des charges n'est plus neutre électriquement. Il est alors appelé ion.

Un plasma est une phase de la matière constituée de particules chargées, d'ions et d'électrons. La transformation d'un gaz en plasma (gaz ionisé) ne s'effectue pas à température constante pour une pression donnée, avec une chaleur latente de changement d'état, comme pour les autres états, mais il s'agit d'une transformation progressive. Lorsqu'un gaz est suffisamment chauffé, les électrons des couches extérieures peuvent être arrachés lors des collisions entre particules, ce qui forme le plasma. Globalement neutre, la présence de particules chargées donne naissance à des comportements inexistant dans les fluides, en présence d'un champ électromagnétique par exemple.

## **4. Fonctions des appareils électriques**

Pour une parfaite maîtrise de l'énergie électrique nous devons utiliser tous les moyens nécessaires à la commande et au contrôle de la circulation du courant dans les circuits.

Nous exposerons, dans une première partie, les principales fonctions de l'appareillage électrique. Et dans une deuxième partie, nous définirons les principaux courants affectant directement le choix des appareils électriques à fin d'assurer le bon choix de matériels.

### **4.1. Le sectionnement :**

C'est l'isolation d'un circuit du reste de l'installation afin d'assurer la protection des personnes ayant intervenu sur ce circuit pour effectuer des travaux de réparation ou de maintenance. Un appareil de sectionnement (figure.1.2) doit satisfaire les conditions suivantes :

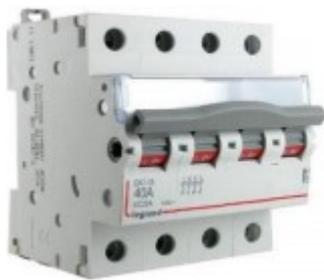
- sa coupure est omnipolaire, c'est-à-dire qu'il assure la coupure de tous les conducteurs actifs en même temps.
- cadenassable en position « ouvert » (maintien en position ouverte) à l'aide d'un cadenas.
- coupure visible par un indicateur visible, ou par séparation visible des contacts.



(a) Sectionneur



(b) Disjoncteur différentiel sectionneur



(c) Interrupteur sectionneur



(d) Sectionneur porte fusible

**Fig.1.2.** Différents types d'appareils de sectionnement.

#### 4.2. La protection :

C'est la mise hors tension du circuit en cas du défaut afin de protéger les biens et les personnes contre les dangers du courant électrique qui résultent soit des surintensités (court-circuit et surcharge) soit des défauts d'isolement.

##### *Un court-circuit :*

L'intensité du courant de court-circuit ( $I_{cc}$ ) est très importante devant celle de fonction nominale ( $I_n$ ), en fait on a :

$$I_{cc} \gg 10 I_n$$

Un défaut de court-circuit, résulte essentiellement d'un contact direct entre au moins deux conducteurs actifs (phases + neutre). L'importante intensité (en kA) de ce défaut exige de l'interrompre immédiatement.

##### *Une surcharge :*

Une surcharge est une surintensité ( $I_s$ ) qui apparaît dans une installation électriquement saine suite à une mauvaise utilisation.

$$2I_n \leq I_s \leq 10I_n$$

**Un défaut d'isolement :**

Il résulte d'un contact entre un conducteur actif et la masse d'un récepteur. On appelle masse d'un appareil électrique toute partie métallique qui est normalement hors tension et qui peut devenir sous tension suite à un défaut d'isolement. Pour des raisons de sécurité, la masse doit être obligatoirement reliée à la terre (directement ou à travers le conducteur du neutre). Les dispositifs différentiels à courant résiduels sont les appareils dédiés à la protection contre ce type de défaut. Les figures suivantes présentent des exemples d'appareils de protection : Disjoncteur, fusible, relais thermique, **Dispositifs Différentiels Résiduels DDR**, disjoncteur différentiel.



**Fig.1.3.**Disjoncteur Bipolaire 50A courbe C. **Fig.1.4.**Cartouche fusible 10/38mm 20A



**Fig.1.5.** Relais thermique.



**Fig.1.6.**Dispositif différentiel résiduel DDR



**Fig.1.7.** Disjoncteur différentiel tétra polaire 40A-30mA.

### 4.3. La Commande

C'est l'action d'établir ou interrompre volontairement le courant dans l'installation électrique en fonctionnement normal. Cette fonction permet à l'utilisateur d'intervenir sur le circuit en charge, soit par action manuelle ou automatique. On distingue plusieurs types de commande :

- la commande fonctionnelle,
- la commande coupure d'urgence: elle a pour but de mettre hors tension une installation qu'il sera dangereux pour la maintenir sous tension.
- la commande arrêt d'urgence: couper un mouvement devenu dangereux.

Le matériel à utiliser dans ces deux derniers cas est le disjoncteur et le contacteur (associés à un bouton d'arrêt d'urgence). Il ya deux types d'appareils de commande, les appareils à commande manuelle et les appareils à commande à distance.

Exemples d'appareils de commande: interrupteur simple ou va et vient, Interrupteur-sectionneur, télé rupteur, contacteur, relais électromagnétique, bouton poussoir etc...



Fig.1.8.Interrupteur simple.

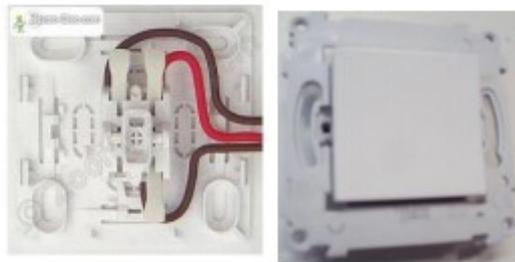


Fig.1.9.Interrupteur va et vient 16A 250V.



Vers circuit de puissance



Fig.1.12.Contacteur, fonctionnement électromécanique.

### 5. Phénomènes présents dans une installation électrique :

La connaissance et l'étude des principaux phénomènes qui peuvent parvenir dans une installation électrique sont indispensables.

La compréhension de ses phénomènes, qui sont liés au courant et à la tension électriques, amène inévitablement à un bon choix de matériels donc une installation fiable.

Ainsi, nous détaillons ses principaux phénomènes a fin d'une part de les mieux comprendre, et d'autre part pour sophistiquer de plus le choix d'appareillage.

### **5.1. Les surintensités**

Ce sont les intensités des courants électriques, dans une installation, qui dépassent les valeurs de celles du fonctionnement normal. Ces intensités anormales peuvent être atteintes suite à des anomalies de fonctionnement de causes suivantes :

- baisse de la tension du réseau.
- surcharge mécanique (roulements usés, couple trop important).
- fonctionnement sur deux phases (au lieu de trois).
- Sur-débit (notamment pour les ventilateurs de soufflage, de reprise, d'extraction).
- Sur-couple au démarrage.
- démarrage trop fréquent.

### **5.2. Le court circuit**

Cet important défaut se produit suite à un contact accidentel entre deux points de l'installation de deux potentiels différents en service normal. Le défaut de court-circuit peut être monophasé (phase/terre ou phase/neutre) biphasé (entre deux phases) ou triphasé (entre trois phases et celui le plus important de point de vue valeur d'intensité). Les valeurs des intensités des courants de court-circuit sont très élevées (typiquement supérieures à 10 fois la valeur du courant nominal de l'installation).

#### **5.2.1. Causes des courts-circuits**

Nous citons quelques causes de court-circuit, en commençant par la présence des corps étrangers conducteurs entre deux phases. Ou aussi la défaillance de composant par exemple le claquage du semi conducteur, ou un défaut de terre, et isolation dégradée par l'usure, la chaleur, l'humidité ou des produits corrosifs etc...

#### **5.2.2. La surcharge**

Le courant de surcharge est produit lorsque nous faisons un appel du courant, à partir de la source, plus que celui nominal. Par exemple en alimentant plusieurs récepteurs à partir d'une seule prise de courant.

### **5.3. Les surtensions**

Ce sont les tensions qui ont des valeurs plus importantes que celle de régime normal ce qui peut commodément affecter l'installation. Elles peuvent apparaître entre phases ou entre de circuits différents, ou entre les conducteurs actifs et la masse ou la terre.

#### **5.3.1 Types de surtension dans les réseaux électriques**

Principalement il existe quatre types de surtension qui peuvent perturber les installations électriques et les récepteurs :

- Surtensions de manœuvre,
- Surtensions à fréquence industrielle,
- Surtensions causées par des décharges électrostatiques,
- Surtensions d'origine atmosphérique.

### **5.4. Les efforts électrodynamiques**

Lors d'un défaut (cas d'un court-circuit) des intensités très élevées qui peuvent apparaître entre les différents conducteurs d'une installation BT (conducteurs massifs du type barres, câbles...) engendrent des efforts considérables (plusieurs milliers de daN par mètre).

L'effet de ses efforts peut se traduire par des surtensions mécaniques (traction et flexion) au niveau des conducteurs souples appelées efforts électrodynamiques.

### **5.5. Rigidité diélectrique**

La rigidité diélectrique d'un milieu isolant représente la valeur maximum du champ électrique que le milieu peut supporter avant le déclenchement d'un arc électrique.

### **5.6. Isolant électrique**

Un isolant électrique est une partie d'un composant ou un organe ayant pour fonction d'empêcher le passage de tout courant électrique entre deux parties conductrices soumises à une différence de potentiel électrique.

### **5.7. Claquage électrique**

Le claquage est un phénomène qui se produit dans un isolant quand le champ électrique est plus important que ce que peut supporter cet isolant. Il se forme alors un arc électrique.

### **5.8. Ionisation des gaz**

L'ionisation est l'action qui consiste à enlever ou ajouter des charges à un atome ou une molécule.

L'atome - ou la molécule - perdant ou gagnant des charges n'est plus neutre électriquement. Il est alors appelé ion.

## **6. Détermination des courants admissibles dans les Conducteurs et les câbles**

### **6.1. Conditions Générales**

De point de vu propriétés du matériau, l'âme conductrice d'un conducteur doit satisfaire la condition suivante :

Un échauffement normal lors de fonctionnement dans les conditions nominales (régime permanent) de l'application. En fait, ce dernier ne doit pas entraîner la diminution des propriétés isolantes des constituants de l'enveloppe et de la gaine lorsqu'elle transite l'intensité admissible. Cette condition doit prendre en compte :

La constitution du câble (matériau utilisé cuivre, aluminium ou alliage)

Le mode de pose et les conditions de travail (la température du milieu ambiant (air ou terre)) qui limitent les échanges thermiques du câble avec l'environnement.

La chute de tension au plus égale :

- Aux limites réglementaires,
- Ou à l'écart accepté entre la tension disponible au départ et la tension souhaitée à l'arrivée

Une bonne tenue à une surintensité de courte durée, courant de court-circuit.

À ces conditions techniques s'ajoutent :

Des conditions de sécurité, protection contre les contacts indirects (schémas TN et IT).

Une condition économique qui, en régime permanent, rend minimale la somme du coût d'établissement et du coût d'exploitation.

## **7. Détermination de la chute de tension dans une Canalisation**

Lors de l'installation d'un circuit électrique, il est nécessaire de prendre en considération la chute de tension dans les câbles ; afin de faire un bon calcul et ensuite un choix convenable de matériels à installés.

### **7.1. Calcul de la chute de tension en ligne en régime permanent**

Le calcul de la chute de tension en ligne en régime permanent peut se faire soit à travers l'application directe des formules appropriées soit par l'exploitation d'un tableau de données de fabricants de câbles. Dans le tableau suivant nous donnons les formules de calcul de la chute de tension selon l'application désirée

**Tableau 1.4.** Formules de calcul de la chute de tension.

<i>Type de distribution</i>	<i>Chute de tension en Volts</i>	<i>Chute de tension en %</i>
<i>Monophasé : deux phases</i>	$\Delta U = 2I_B L(R\cos\varphi + X\sin\varphi)$	$\frac{100\Delta U}{U_n}$
<i>Monophasé : phase et neutre</i>	$\Delta U = 2I_B L(R\cos\varphi + X\sin\varphi)$	$\frac{100\Delta U}{U_n}$
<i>Triphasé équilibré avec ou sans neutre</i>	$\Delta U = \sqrt{3}I_B L(R\cos\varphi + X\sin\varphi)$	$\frac{100\Delta U}{U_n}$

Avec :

$I_B$ : Courant d'emploi dans le circuit en A.

L : Longueur du câble en km

R : résistance linéique d'un conducteur en ohm/km.

X : Réactance d'un conducteur en ohm/km.

$\cos \varphi$  : Facteur de puissance.

$V_n$ : Tension nominale simple.

$U_n$ : Tension nominale composée.

## 7.2. Limites de la chute de tension

La détermination pratique de la section minimale d'une canalisation prend en compte :

- Le courant d'emploi  $I_B$ ,
- Et un certain nombre de facteurs de correction, en rapport avec :
  - Le mode de poses de la canalisation,
  - L'état chargé ou non chargé du conducteur neutre,
- Des conditions de pose particulières telles que :
  - Canalisation enterrée ou non,
  - Température du milieu ambiant.

**Tableau 1.5.** Limites de la chute de tension

<i>Conditions de l'alimentation de l'installation</i>	<i>Eclairage</i>	<i>Autres usages (Force motrice)</i>
Alimentation par le réseau BT de distribution publique	3%	5%
Alimentation par un poste privé HT/BT	6%	8%