

1.1. Introduction

L'appareillage électrique est un ensemble de dispositifs de commande, de protection et de sécurité, capable d'assurer la mise sous ou hors tension des circuits électriques. Son rôle est d'isoler une partie de l'installation ; d'assurer la protection des circuits venant des centrales de production jusqu'aux consommateurs contre tous les incidents susceptibles d'en perturber le fonctionnement ; et d'effectuer sur commande les différentes opérations qui permettent de modifier la configuration du réseau dans les conditions normales de service. Le présent chapitre a pour but d'exposer des généralités sur l'appareillage électrique et de discuter les différentes anomalies qui peuvent perturber le fonctionnement des installations électriques.

1.2. Fonctions de l'appareillage électrique

Un réseau électrique est un ensemble d'infrastructures énergétiques permettant d'acheminer l'énergie des sites de production vers les lieux de consommation. Il faudrait cependant assurer la continuité en matière de production et de consommation d'électricité lorsque les ouvrages de production, de transport et de distribution sont soumis à des incidents ou des opérations d'entretien. Il est également important de disposer des moyens nécessaires qui assurent la fermeture ou l'ouverture des circuits électriques dans des conditions normales du service. Ces différentes fonctions sont assurées par un ensemble de dispositifs, appelé « appareillage électrique ».

Pour adapter la source d'énergie au comportement du récepteur, il est défini trois grandes fonctions (Figure 1.1) à remplir par l'appareillage électrique [1] :

- **Sectionnement** : il s'agit d'exécuter la fonction de séparation qui correspond à la mise hors tension, en tout ou partie, un circuit électrique en isolant la source d'énergie du récepteur.
- **Commande** : il s'agit d'établir et interrompre des courants dans des conditions normales du circuit.
- **Protection** : il s'agit de garantir la protection des personnes et des biens contre tous les incidents susceptibles d'apparaître lors du fonctionnement des installations électriques.

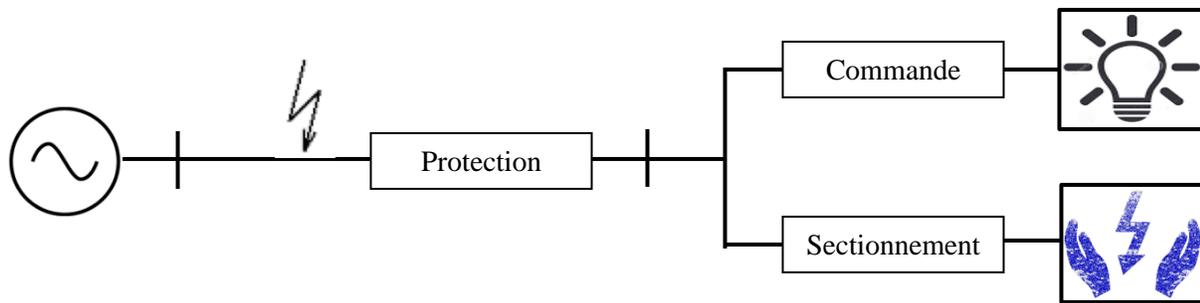


Figure 1.1. Fonctions de l'appareillage électrique.

1.3. Défaits et anomalies de fonctionnement

1.3.1. Courts-circuits

Les courts-circuits sont des phénomènes transitoires qui apparaissent lorsque l'isolement entre des conducteurs de tensions différentes ou entre un conducteur sous tension et la terre est rompu [2]. Ils engendrent des courants très importants dans les éléments constituant les installations électriques. Les courts-circuits peuvent provoquer des dégâts économiques importants s'ils ne sont pas éliminés rapidement par l'appareillage de protection. Les courts-circuits sont de natures et de types différents (Figure 1.2) :

- Les courts-circuits monophasés à la terre ;
- Les courts-circuits biphasés à la terre ou isolés ;
- Les courts-circuits triphasés.

Les principales origines des courants de court-circuit peuvent être résumées comme suit :

- Pour les lignes aériennes, les agressions mécaniques, la dégradation des performances d'isolement et les perturbations atmosphériques (foudre, cyclones, tempêtes...) sont les causes les plus fréquentes des courants de court-circuit.
- Les agressions extérieures, telles que les engins mécaniques de terrassement, sont les causes les plus probables qui peuvent conduire à des courants de court-circuit dans les câbles souterrains.
- Le matériel du réseau et d'installations électriques peut être aussi le siège d'un défaut de court-circuit. Ce matériel comporte des isolants placés entre conducteurs actifs et la masse. Lorsque les matériaux diélectriques sont sujets à détérioration, des courants de court-circuit peuvent se conduire.

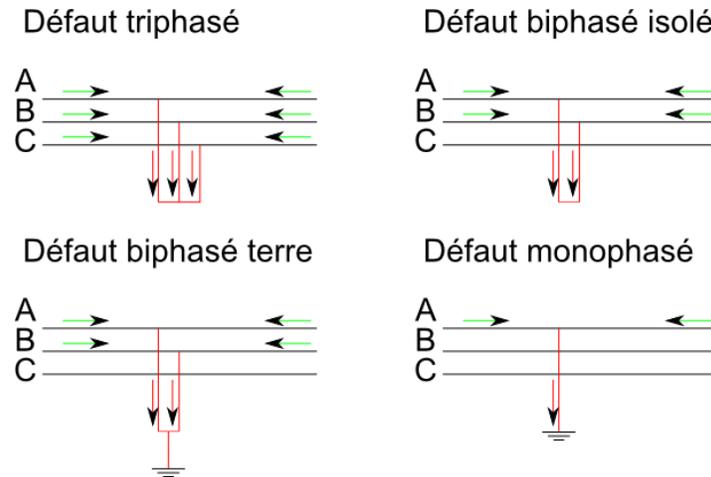


Figure 1.2. Différents types de court-circuit [3].

1.3.2. Surtensions

Les surtensions sont des perturbations qui se superposent à la tension nominale d'un circuit (Figure 1.3). Il existe trois classes des surtensions [4] :

- **Surtensions par décharges électriques atmosphériques** : les orages sont des phénomènes atmosphériques très habituels caractérisés par des séries de décharges électriques entre les nuages et le sol ou à l'intérieur du nuage. Chaque jour, les orages sur notre planète produisent plus de 100.000 éclairs et environ 100 coups de foudre se déchargent sur la terre chaque seconde. Au moment de l'impact, la foudre provoque une décharge électrique qui arrive à atteindre des dizaines de milliers d'ampères. Cette impulsion de courant génère une surtension dans l'infrastructure énergétique, ce qui peut engendrer des incendies et détruire le matériel électrique.
- **Surtensions de manœuvre** : ces surtensions sont produites essentiellement suite à la commutation des machines de puissance élevée. Les moteurs électriques sont des charges de nature inductive dont la mise sous ou hors tension provoque des surtensions. D'autres processus tels que l'allumage et l'extinction de la soudure à l'arc peuvent également provoquer des surtensions de manœuvre.
- **Surtensions à fréquence industrielle** : ce type de perturbation regroupe les surtensions ayant des fréquences inférieures à 500 Hz (e.g. surtension due à un défaut d'isolement) [5].

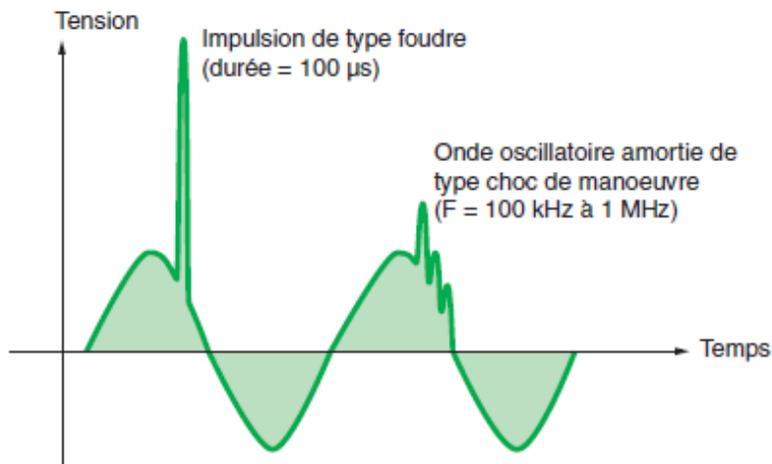


Figure 1.3. Exemple de surtensions [6].

1.3.3. Surcharges

Le courant de surcharge est une surintensité de nature progressive qui se produit dans une installation saine suite à une augmentation de la puissance demandée [7]. Les surcharges provoquent des chutes de tension importantes dans le système électrique et accélère le vieillissement du matériel.

1.3.4. Déséquilibres

Les déséquilibres sont habituellement dus à la mauvaise répartition des charges sur les trois phases. Les déséquilibres provoquent :

- Des chutes de tension supplémentaires ;
- Des pertes de puissance ;
- Des échauffements.

1.4. Rôle de la protection

Le système de protection est un ensemble de dispositifs destinés à protéger soit les équipements, soit le personnel [8]. Lorsqu'un défaut ou une perturbation se produit sur une installation électrique, il est indispensable de couper la partie en défaut à l'aide d'un organe de protection. Le rôle de ce dernier est d'empêcher ou de réduire les conséquences nuisibles et dangereuses des défauts et anomalies de fonctionnement et de mettre hors tension le circuit défectueux en l'isolant de la source d'énergie.

1.5. Classifications de l'appareillage

L'appareillage peut être classé en plusieurs catégories selon sa :

- Fonction
- Tension
- Destination
- Installation
- Température de service

1.5.1. Fonction

On distingue les trois fonctions suivantes :

- Sectionnement
- Commande
- Protection

1.5.2. 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.

1.5.3. Destination

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

- Installations domestiques BT (< 1 kV) ;
- Installations industrielles BT (< 1 kV) ;
- Installations industrielles HTA (3,6 à 24 kV) ;
- Réseaux de distribution (< 52 kV) ;
- Réseaux de répartition ou de transport (≥ 52 kV).

1.5.4. Installation

On peut distinguer :

- L'appareillage pour l'intérieur, destiné à être installé uniquement à l'intérieur des constructions, et protégé des intempéries et de la pollution ;

- L'appareillage pour l'extérieur, destiné à être installé à l'extérieur des constructions, et éprouvé de fonctionner dans des conditions météorologiques extrêmes.

1.5.5. Température de service

Généralement, l'appareillage électrique est conçu pour fonctionner avec les conditions climatiques suivantes :

- La température de l'air ambiant ne dépasse pas 40 °C et sa valeur moyenne journalière est inférieure à 35 °C ;
- La température de l'air ambiant ne doit pas être inférieure à - 25 °C.

1.6. Choix de l'appareillage

Choisir l'appareillage adapté à l'installation électrique demande une bonne connaissance du comportement du récepteur lors de l'utilisation normale et anormale en prenant en compte la cadence de fonctionnement, le risque de surcharge et de court-circuit et la résistance aux sursensions [9]. Les constituants (appareillages, récepteurs) doivent être conformes aux normes correspondantes et adaptés à leur application spécifique en ce qui concerne la présentation extérieure de l'ensemble (ouvert ou enveloppé) et leurs propriétés électriques et mécaniques [10].

1.7. Évaluation formative

Exercice : Rôle de l'appareillage

L'appareillage électrique est un ensemble de dispositifs :

- De commande, de protection et de sécurité.
- De mesure.
- Capable d'assurer la mise sous ou hors tension des circuits électriques.

Exercice : Fonction de sectionnement

La fonction de sectionnement consiste à mettre sous tension un circuit électrique en raccordant le récepteur avec la source d'énergie.

- Vrai.
- Faux.

Exercice : Fonction de commande

La fonction de commande consiste à établir et interrompre des courants dans des conditions anormales du circuit.

- Vrai.
- Faux.

Exercice : Fonction de protection

La fonction de protection consiste à garantir la protection des personnes et des biens contre tous les incidents susceptibles d'apparaître lors du fonctionnement des installations électriques.

- Vrai.

Faux.

Exercice : Naissance d'un courant de court-circuit

Les courants de court-circuit sont des phénomènes :

Transitoires.

Qui apparaissent lorsque la résistance d'isolement prend une valeur proche de l'infini.

Qui engendrent des courants très importants.

Exercice : Conséquences d'un courant de court-circuit

Les courants de court-circuit peuvent provoquer des dégâts économiques importants s'ils ne sont pas éliminés rapidement par les systèmes de protection.

Vrai.

Faux.

Exercice : Surtension

La surtension est la perturbation qui est soustraite de la tension nominale d'un circuit.

Vrai.

Faux.

Exercice : Courant de surcharge

Le courant de surcharge est une surintensité :

De nature progressive.

Qui se produit dans un circuit défaillant.

Qui se produit dans un circuit sain suite à une augmentation de la charge.

Qui provoque des chutes de tension importantes.

Exercice : Déséquilibre

Le déséquilibre est le résultat de la mauvaise répartition des charges sur les trois phases.

Vrai.

Faux.

Exercice : Choix de l'appareillage électrique

Le choix de l'appareillage électrique adapté au récepteur doit être conforme aux normes.

Vrai.

Faux.