

Chapitre 2 : Phénomènes liés aux courants électriques

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 à fin d'une part de les mieux comprendre, et d'autre part pour sophistiquer de plus le choix d'appareillage.

I. Les surintensités

La surintensité dans un circuit électrique 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 : les surcharges et les courts-circuits.

I.1. La surcharge

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.

I.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).

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...

II. Les surtensions

Un réseau électrique possède en général 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.

La surtension électrique est une hausse soudaine de tension qui entraîne l'endommagement des appareils et équipements reliés à l'installation électrique.

Il existe 4 différents types de surtension dans les réseaux électriques :

- **Surtension permanente** : d'une durée de plusieurs heures (l'effet Ferranti peut être une cause de surtension permanente).
- **Surtension temporaire** : d'une durée d'une ou de plusieurs secondes. Un court-circuit d'une des phases d'un réseau triphasé à la terre (défaut d'isolement d'un câble HT par exemple) peut produire une surtension temporaire sur les autres phases (phénomène non négligeable en haute tension). Les systèmes de régulation de tension des alternateurs peuvent aussi créer des surtensions temporaires lors de phénomènes transitoires.
- **Surtension de manœuvre** : liée à la manœuvre d'un disjoncteur ou d'un sectionneur, 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.
- **Surtension de foudre** : due au foudroiement d'une ligne à haute tension.

III. Les efforts électrodynamiques

La circulation de courants dans des conducteurs parallèles induit dans ces conducteurs des forces électromagnétiques. Ces forces sont attractives ou répulsives (selon que les courants sont de même sens ou de sens opposé) et également réparties le long des conducteurs. Elles sont proportionnelles au produit des intensités circulant dans les deux conducteurs.

En cas de court-circuit, on observe alors des surtensions mécaniques appelées efforts électrodynamiques au niveau des supports et des isolateurs d'ancrage, ainsi que des mouvements importants des conducteurs.

IV. Rigidité diélectrique

La rigidité diélectrique d'un matériau est la valeur maximale du champ électrique que l'on peut lui appliquer sans que se produise une dégradation irréversible nommée claquage ou perforation diélectrique rendant impossible une nouvelle application de la tension. Le claquage est précédé par une augmentation importante du courant circulant dans le matériau avec des conséquences thermiques destructives : fusion, évaporation, décomposition, carbonisation, ...

En pratique, la rigidité diélectrique est le rapport entre la tension de claquage et la distance entre les électrodes auxquelles cette tension est appliquée dans des conditions d'essai spécifiées. Pour que cela soit tout à fait

exact, il conviendrait que le champ soit uniforme, c'est-à-dire que les électrodes soient planes et parallèles avec des bords tels qu'ils ne provoquent en aucun point de renforcement du champ. On se contente de fait souvent d'électrodes dont le rayon de courbure est grand devant la distance inter électrodes.

V. Isolant électrique

Les isolants électriques sont également appelés matériaux diélectriques. Cela signifie qu'ils sont composés d'une matière ne contenant aucune charge libre susceptible de conduire les électrons. En effet, pour se déplacer, l'électricité a besoin de transférer les charges électriques qui la composent. Un matériau isolant, qui possède une conductivité nulle et une résistance infinie, empêche ce transfert.

VI. 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.