

Chapitre 2

Eléments de Technologie

Table des matières

Chapitre 2	Eléments de Technologie	1
I.	Introduction	2
II.	Définitions :	2
1.	Arc électrique	2
2.	Pouvoirs de coupure	3
3.	Courant de court-circuit	3
4.	Courant de surcharge	3
5.	Courant de fuite	3
6.	Conducteurs et isolants	4
III.	Appareils de protection et de commande	4
7.	Appareils de commande	4
8.	Appareils de protection	5

I. Introduction

L'objectif de ce chapitre est d'expliquer les fonctionnalités des appareillages électriques et leur utilité dans les installations électriques. Cette démarche ne peut être envisagée que si certaines notions préliminaires ont été comprises.

Les matériels et systèmes électriques sont régis par de nombreuses réglementations et normes. Celles-ci définissent leur conception et leurs champs d'application afin d'assurer la sécurité des personnes et des biens et la sûreté de leur fonctionnement.

Les appareillages électriques font appel à des technologies souvent mal connues, mais pourtant anciennes. Les techniques de coupure d'arcs électriques, celles de la commande des contacteurs, la théorie des bilames ou le fonctionnement des fusibles, sont autant d'émergents de connaissances nécessaires à la compréhension des appareils.

La première partie de ce chapitre présente quelques définitions fondamentales à connaître et à comprendre.

La seconde partie du chapitre est consacrée à l'étude des différents appareillages en se focalisant sur leurs fonctionnements, leurs caractéristiques et leurs dimensionnements.

II. Définitions :

1. Arc électrique

Un arc électrique est une conduction résultante d'un claquage d'un isolant (diélectrique) par un phénomène d'émission thermoélectronique suivi d'une avalanche. Il sera accompagné par un dégagement important de chaleur et d'émission des rayons ultraviolets.

Un arc électrique est en effet produit lorsqu'un champ électrique s'exerce sur une colonne d'air ionisée. Or pour amorcer l'ionisation d'une colonne d'air, il faut que des électrons soient émis par une cathode. Pour favoriser cette émission il faut, qu'un champ électrique soit suffisamment élevé et que le courant coupé soit lui-même élevé. La courbe de la **figure 2.1** représente les limites courant-tension de production d'arc électrique. Cette figure illustre que pour des courants inférieurs à I_{Bseuil} (**zone 1**) aucun courant ne se produit sous n'importe quelle tension et pour des tensions inférieures à U_{Bseuil} (**zone 2**) à n'importe quel courant, aucun arc ne se produit et de même pour la zone 3 délimitée par les deux zones précédentes et la caractéristique $U_B = f(I_B)$. Ces valeurs dépendent du matériau de contact utilisé, pour des contacts en argent $I_{Bseuil} = 0.4A$ et $U_{Bseuil} = 10V$.

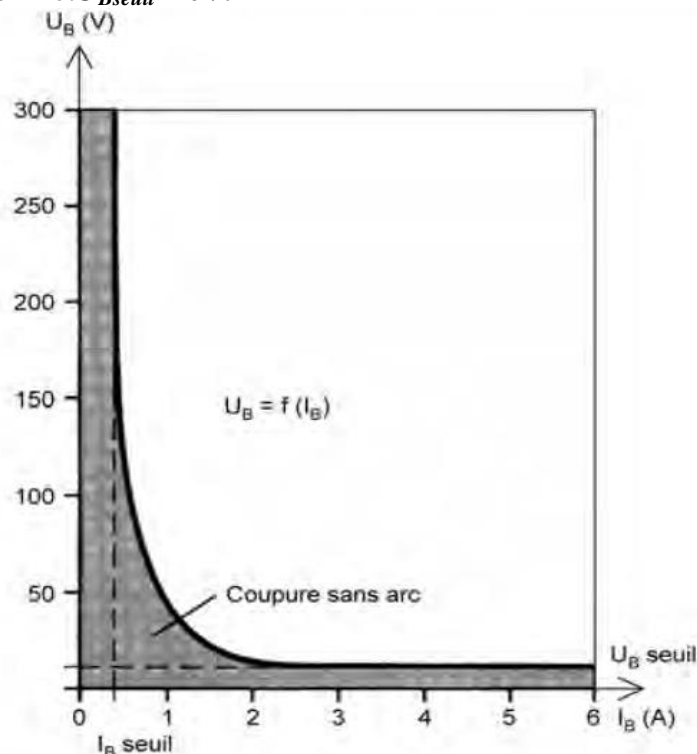


Figure 2.1 : Limites courant-tension de production d'arc électrique

2. Pouvoirs de coupure

Le titre de paragraphe est mis au pluriel car en effet la définition du pouvoir de coupure est différente selon l'identité du disjoncteur (domestique ou industriel), et à un même disjoncteur industriel, plusieurs pouvoirs de coupure peuvent être affectés.

En premier lieu, nous distinguerons clairement deux notions de pouvoir de coupure :

- **Le pouvoir assigné de coupure** : c'est le courant qu'un appareil de commande (interrupteur, contacteur...) est capable de couper selon un service et un nombre de manœuvres définis par son constructeur.

Les essais nécessaires à la vérification de cette caractéristique sont décrits dans la norme **EN 60947-4-1**.

- **Le pouvoir assigné de coupure en court-circuit** : c'est le courant qu'un **DPCC**¹ (fusible ou disjoncteur) est capable de couper **sous un court-circuit**, selon un cycle d'essais défini par la norme de référence.

NB : La norme de référence pour les **disjoncteurs « domestiques »** est la norme **EN 60898**.

La norme de référence pour les **disjoncteurs « industriels »** est la norme **EN 60947-2**.

La norme de référence pour les **fusibles industriels** est la norme **EN 60269-2**.

3. Courant de court-circuit

Un courant de court-circuit est défini par la norme NF C15-100 comme « une surintensité produite par un défaut ayant une impédance négligeable entre des conducteurs actifs présentant une différence de potentiel en service normal. ».

Cette surintensité peut prendre une valeur très élevée que ne peuvent supporter très longtemps les parties conductrices parcourues par ce courant.

Il est essentiel de se souvenir que, selon la norme, un court-circuit est toujours considéré comme « parfait », c'est-à-dire que s'il est provoqué par un défaut entre deux conducteurs, ce défaut a une impédance nulle; aucune résistance de contact ni arc électrique n'est observable.

4. Courant de surcharge

Dans les schémas cette fonction est représentée par le symbole du « relais thermique » ou « déclencheur thermique ».

Nous nous rappelons que tout courant électrique parcourant un conducteur lui fournit une énergie, provoquant une élévation de sa température (selon la loi de Joule). Cette élévation dépend des conditions de dissipation de la chaleur, et de la température ambiante.

Lorsque l'énergie produite est égale à l'énergie dissipée, la température atteinte est stable.

Pour évaluer l'intensité admissible du courant dans un câble il est donc nécessaire de connaître les conditions de dissipation et sa température maximale acceptable.

Pour cette dernière question, les études menées au sein du **CENELEC**² ont mené aux décisions suivantes :

Tableau 2.1 - Températures maximales admissibles dans les câbles et conducteurs isolés.

Type d'isolation	Température maximale (°C)
Polychlorure de vinyle (PVC)	70
Polyéthylène réticulé (PR) et éthylène-propylène (EPR)	90

5. Courant de fuite

Nous savons qu'un courant électrique a un parcours « aller » et « retour ». Sur une même dérivation les courants d'aller et de retour sont identiques. En courant alternatif triphasé avec ou sans neutre, cette loi

¹DPCC : Dispositif de Protection Contre les Court-circuit

²CENELEC : Comité Européen de Normalisation des Electrotechnique

s'exprime plus généralement : « *La somme de tous les courants des conducteurs actifs (phases et neutre) d'un même circuit est nulle.* »

Si cette somme n'est pas nulle, c'est qu'une « fuite » est présente : le courant a trouvé un autre chemin parallèle au chemin normal.

6. Conducteurs et isolants

Les conducteurs

Les conducteurs sont des matériaux qui se situent aux trois premières colonnes du tableau périodique de MENDELEIEV (à gauche) qui ont la possibilité de perdre un ou plusieurs électrons de leur couche périphérique de VALENCE. Exemples le fer (Fe), le cuivre (Cu), l'argent (Ag), l'or (Or), etc.

Les isolants sont des matériaux qui se situent aux trois dernières colonnes du tableau périodique de MENDELEIEV (à droite) qui n'ont pas la possibilité de perdre un ou plusieurs électrons de leur couche périphérique de VALENCE.

En industrie Exemples Polychlorure de vinyle (PVC), Polyéthylène (PE), Polyéthylène Réticulé (PR), etc.

III. Appareils de protection et de commande

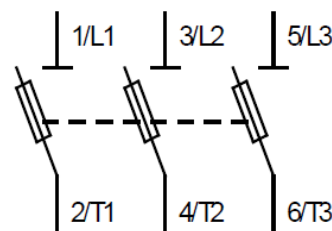
7. Appareils de commande

II.1. Sectionneur

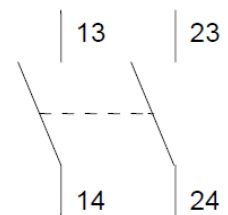
Sa fonction : Assurer le **sectionnement** (séparation du réseau) au départ des équipements. Dans la plupart des cas il comporte des fusibles de protection.



Sectionneur fusible



Symboles : en circuit de puissance et en circuit de commande



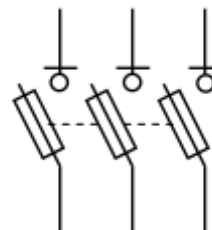
Le pouvoir de coupure est le courant maximal qu'un appareil de sectionnement peut interrompre sans aucun endommagement.

Le sectionneur n'a pas de pouvoir de coupure, il doit être manipulé à vide.

II.2. Interrupteur sectionneur



Interrupteur sectionneur



Symbole

L'interrupteur sectionneur a un pouvoir de coupure, peut être manipulé en charge.

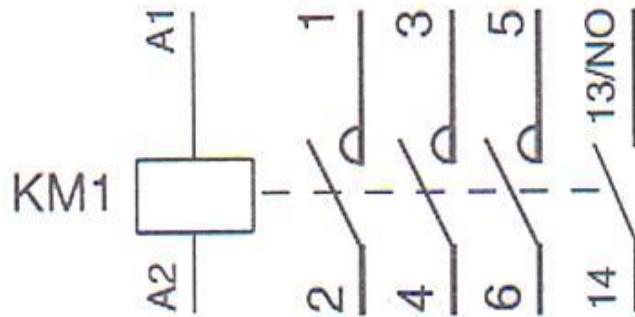
II.3. Le contacteur

Le contacteur est un appareil de commande capable **d'établir ou d'interrompre le passage de l'énergie électrique**. Il assure la fonction COMMUTATION.

En Technologie des Systèmes Automatisés ce composant est appelé **Préactionneur** puisqu'il se trouve avant l'actionneur dans la chaîne des énergies.



Bloc contacteur



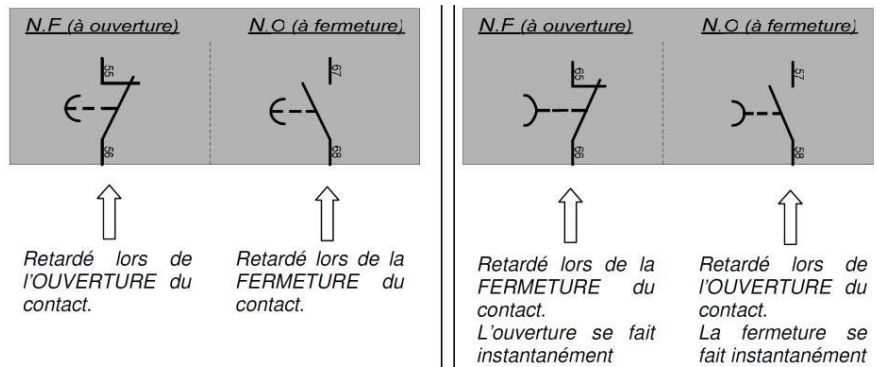
Symboles

II.4. Bloc auxiliaire temporisé

Les blocs auxiliaires *temporisés* servent à retarder l'action d'un *contacteur* (lors de sa mise sous tension ou lors de son arrêt)



Bloc auxiliaire temporisé



Symboles

8. Appareils de protection

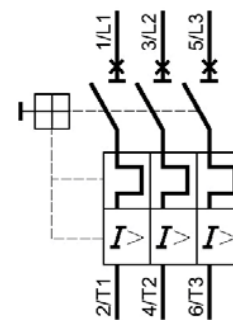
Le disjoncteur

Le disjoncteur est un dispositif de protection qui permet entre autres de couper le courant en cas d'incident électrique sur un circuit.

C'est un appareil de protection qui comporte deux relais, relais magnétique qui protège contre les courts-circuits et un relais thermique qui protège contre les surcharges.



Disjoncteurs



Symbole

Différents types de disjoncteur

Il existe trois types de disjoncteur : le disjoncteur général ou de branchement, le disjoncteur divisionnaire et le disjoncteur différentiel.

a) Disjoncteur général

Le disjoncteur général ou de branchement protège l'installation électrique et les personnes. Il assure l'arrêt d'urgence de l'ensemble de l'installation en cas de problème. Il est réglé selon l'abonnement choisi par l'utilisateur, qui détermine la puissance dont il dispose. Si trop d'appareils électriques fonctionnent en même temps et excèdent la puissance souscrite, il disjonct et coupe le courant. Cependant, ce disjoncteur ne suffit pas à assurer la protection de votre installation, d'autres dispositifs doivent être mis en place.

Il doit aussi être installé à l'intérieur du logement, dans le tableau électrique, et être estampillé NF-USE.

b) Disjoncteur divisionnaire

Le disjoncteur divisionnaire assure la protection des différents circuits électriques de votre installation. En cas de problème, il coupe le circuit responsable de la surcharge ou du court-circuit.

Sa manette s'abaisse, ce qui permet de voir quel circuit est en cause. Une fois le problème résolu (l'appareil en question débranché), il suffit de remonter la manette pour rétablir le courant.

c) Disjoncteur différentiel

Le disjoncteur différentiel à haute sensibilité (trente milliampères ou 30 mA) protège les circuits des surcharges et des courts-circuits, mais également les personnes des risques d'électrisation.

Le seuil de déclenchement (c'est-à-dire de coupure) en cas de fuite de courant correspond à la sensibilité du disjoncteur. Pour les installations domestiques, une haute sensibilité de 30 mA est exigée.

Le disjoncteur différentiel s'installe entre le disjoncteur général et la ligne à protéger. En cas de dysfonctionnement de l'appareil protégé, seul son circuit électrique est mis hors tension, le reste du circuit continue de fonctionner normalement. Au contraire, en cas de coupure de l'ensemble des autres circuits, le disjoncteur assure le fonctionnement du circuit qu'il protège, c'est idéal pour un congélateur qui doit rester constamment sous tension ! Le disjoncteur différentiel est d'ailleurs uniquement utilisé pour la protection des appareils à risque comme l'alarme, le congélateur, l'équipement informatique, etc.

Fusible

C'est un élément comportant un fil conducteur, grâce à sa fusion, il interrompt le circuit électrique lorsqu'il est soumis à une intensité du courant qui dépasse la valeur maximale supportée par le fil.



Cartouche fusible cylindrique et à couteaux



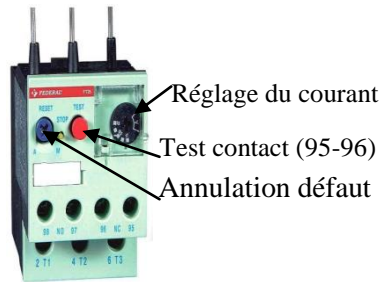
Symbole

Il existe plusieurs types de fusibles :

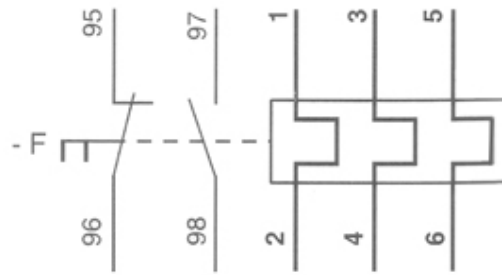
- ✓ **gF** : fusible à usage domestique, il assure la protection contre les surcharges et les courts-circuits.
- ✓ **gG** : fusible à usage industriel. Protège contre les faibles et fortes surcharges et les courts-circuits.
Utilisation : éclairage, four, ligne d'alimentation, ...
- ✓ **aM** : cartouche à usage industriel, pour l'accompagnement moteur, commence à réagir à partir de $4 \times I_n$ (I_n est le courant prescrit sur le fusible), protège uniquement contre les courts-circuits.
Utilisation : Moteurs, transformateurs, ...

Relais thermique

Le relais de protection thermique protège le moteur contre les surcharges.



Relais thermique



Symbole

NB. : Pour plus de détails, les étudiants doivent consulter les ouvrages suivants :

- 1- Jacques Marie Broust, « *APPAREILLAGES ET INSTALLATIONS ELECTRIQUES INDUSTRIELS* », édition Dunod, Paris, 2008
- 2- Thierry Gallauziaux, David Fedullo, « L'installation électrique comme un pro ! » édition comme un pro !, version ebook, 2004-2006 PP. 185-198, 320-322.
- 3- R. BourgeoisD. Cogniel, « mémotech plus-électrotechnique » édition CASREILLA ELeducalivre,