

## 5.1. Introduction

L'appareillage de protection électrique joue un rôle important dans les installations électriques, car il est le garant de la protection des biens contre tous les incidents susceptibles d'en perturber le fonctionnement. Ce chapitre a pour but de présenter les différents dispositifs utilisés pour protéger les installations électriques contre les surcharges et les courants de court-circuit.

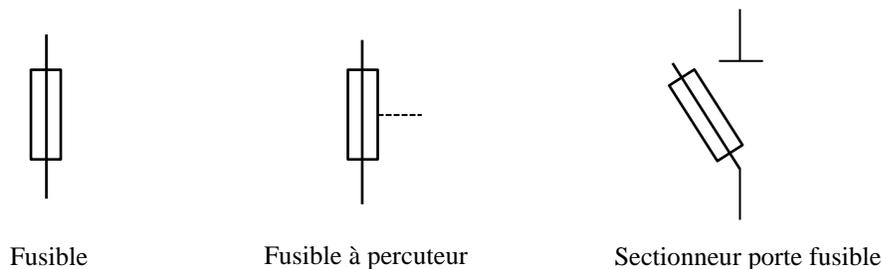
## 5.2. Fusible

### 5.2.1. Rôle

Un fusible est un organe de protection dont la fonction est d'ouvrir, par fusion, un circuit lorsque le courant électrique dans celui-ci atteint une valeur d'intensité donnée pendant un certain temps. Son nom vient du fait qu'il y a fusion d'un fil conducteur sous l'effet de son élévation de température provoquée par la surintensité [32].

### 5.2.2. Symbole

La Figure 5.1 présente les symboles d'un fusible, un fusible à percuteur et un sectionneur porte-fusible unipolaire.



**Figure 5.1.** Symbole d'un fusible.

### 5.2.3. Constitution

La Figure 5.2 présente les éléments constituant un fusible électrique. Un fusible est constitué d'un fil conducteur assez fin relié à deux zones de contact et monté dans un tube isolant qui contient un matériau destiné à absorber l'énergie thermique. Si un courant supérieur au calibre traverse le fusible, ce dernier s'échauffe, fond, se vaporise et rompt ainsi le circuit. Le fusible est donc à usage unique, il doit être remplacé à chaque coupure [33].

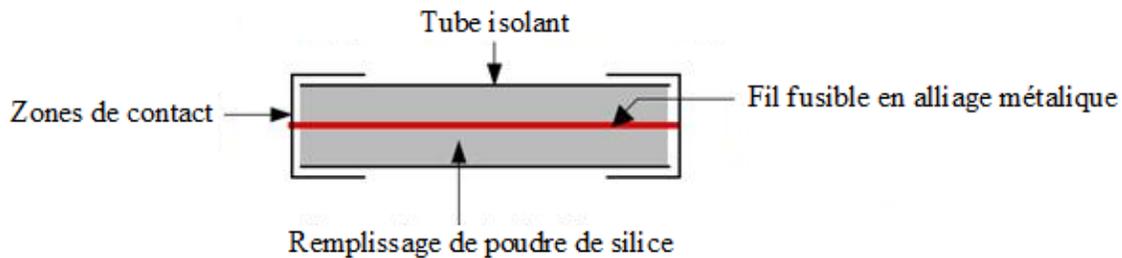


Figure 5.2. Constitution d'un fusible.

#### 5.2.4. Différents types de fusibles

Les normes définissent deux classes de fusibles [34] :

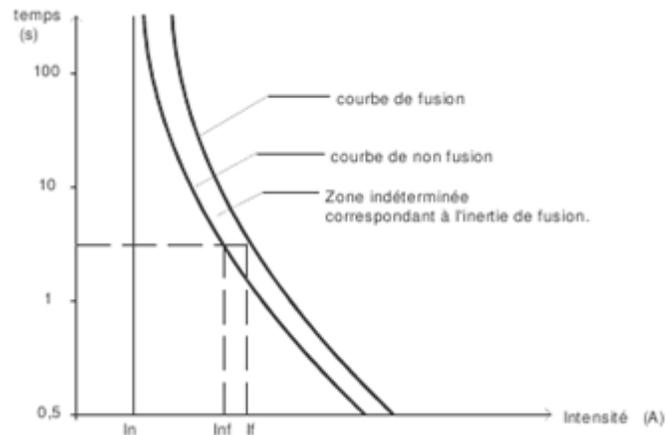
- **Classe gG** : Fusible d'usage général. Ils protègent contre les surcharges et les courts-circuits.
- **Classe aM** : Accompagnement moteurs ; ces fusibles sont prévus uniquement contre les courts-circuits des moteurs à courant alternatifs. La protection contre les surcharges devant être assurée par un autre dispositif tel que le relais thermique par exemple.

#### 5.2.5. Caractéristiques

- **Tension nominale** : 230, 400, 500 ou 600 V.
- **Courant nominal «  $I_n$  »** : c'est le calibre du fusible.
- **Courant de non fusion «  $I_{nf}$  »** : c'est la valeur du courant qui peut être supporté par l'élément fusible, pendant un temps conventionnel sans fondre. Exemple : un fusible de 32 A traversé par un courant de  $1,25 I_n$  (soit 40 A) ne doit pas fondre avant 1 heure.
- **Courant de fusion «  $I_f$  »** : c'est la valeur du courant qui provoque la fusion de l'élément fusible avant l'expiration du temps conventionnel. Exemple : un fusible de 32 A traversé par  $1,6 I_n$  (soit 52,1 A) doit fondre avant 1 heure.

#### 5.2.6. Courbe de fonctionnement du fusible

On exprime le temps de fusion en fonction de l'intensité, ce qui se traduit par les courbes de la Figure 5.3.



**Figure 5.3.** Caractéristique temps/courant d'un fusible [35].

### 5.2.7. Restriction

- Nécessité de remplacer le fusible fondu par un nouveau.

## 5.3. Relais thermique

### 5.3.1. Rôle

Le relais thermique est un appareil qui protège le récepteur placé en aval contre les surcharges. Pour cela, il surveille en permanence le courant dans le récepteur. En cas de surcharge, le relais thermique n'agit pas directement sur le circuit de puissance. Un contact du relais thermique ouvre le circuit de commande et le contacteur qui coupe le courant dans le récepteur.

### 5.3.2. Symbole

La Figure 5.4 présente le symbole d'un relais thermique, avec des éléments thermiques à être utilisés dans le circuit de puissance ; et deux contacts auxiliaires, qui font partie du circuit de commande.

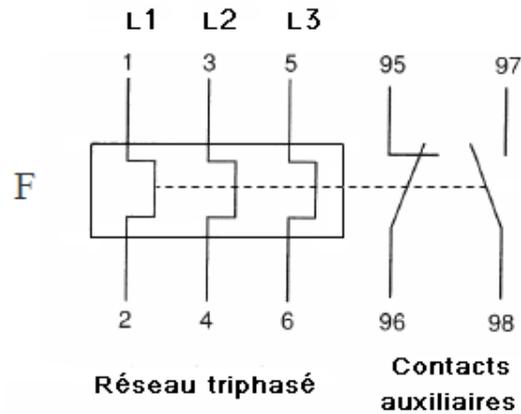


Figure 5.4. Symbole d'un relais thermique.

### 5.3.3. Constitution et fonctionnement

Le relais thermique comporte 3 bilames formés de 2 lames minces de métaux ayant des coefficients de dilatation différents (voir Figure 5.5). Ils s'incurvent quand la température augmente (cette augmentation de température étant provoquée par l'échauffement du conducteur entourant le bilame et parcouru par un courant) et lorsque le courant est trop important, la déformation est suffisante pour actionner le dispositif de déclenchement [36].

Le dispositif de déclenchement agit sur un contact à fermeture et un contact à ouverture :

- Le contact à fermeture est généralement utilisé pour signaler le défaut (signalisation visuelle).
- Le contact à ouverture permet de couper la commande.

En cas de surcharge, le relais thermique n'agit pas directement sur le circuit puissance. Il est donc impératif de brancher le contact NF (95-96) dans le circuit commande.

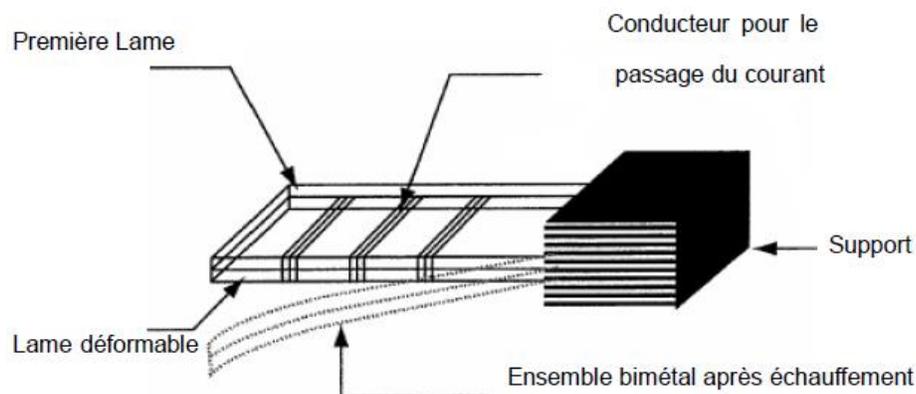
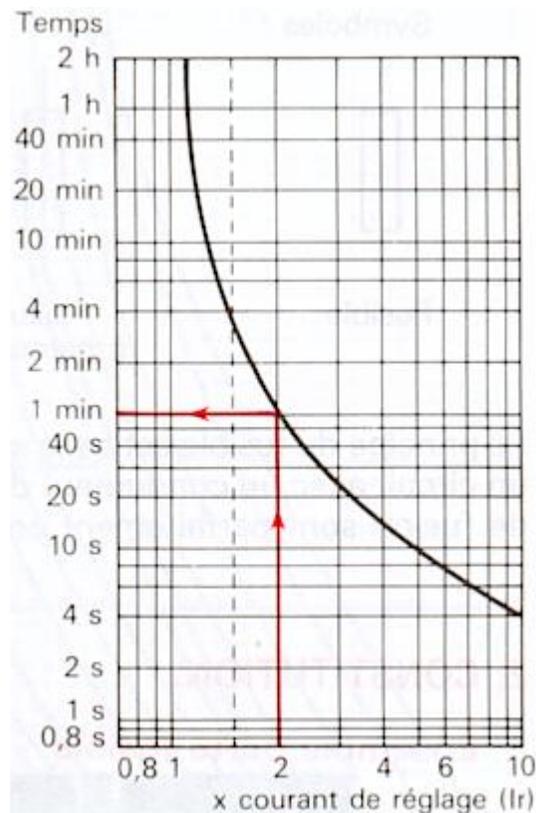


Figure 5.5. Principe de fonctionnement d'un relais thermique.

### 5.3.4. Courbes de déclenchement

C'est la courbe représentant le temps de déclenchement en fonction des multiples de l'intensité de réglage (voir Figure 5.6). L'intensité minimale de déclenchement est égale, en général, à 1,15 fois l'intensité de réglage. Autrement dit, le relais thermique ne déclenche pas sous cette intensité de réglage que l'on peut choisir égale à l'intensité nominale du récepteur à protéger [37].



**Figure 5.6.** Courbe de déclenchement d'un relais thermique [37].

### 5.3.5. Restriction

- Le relais thermique ne possède pas un pouvoir de coupure. Il doit être toujours utilisé en association avec un contacteur.

## 5.4. Relais magnétique

### 5.4.1. Rôle

Le relais magnétique est un dispositif dont le rôle est de détecter l'apparition d'un court-circuit et de protéger le récepteur placé en aval contre les fortes valeurs d'intensité. En cas de court-circuit, le relais magnétique n'agit pas directement sur le circuit de puissance. Il s'ensuit qu'il n'a

pas de pouvoir de coupure et que ce sont ses contacts auxiliaires qui vont être utilisés dans le circuit de commande pour assurer l'ouverture du circuit de puissance et signaler le défaut [9].

#### 5.4.2. Symbole

La Figure 5.7 présente le symbole d'un relais magnétique, avec des éléments magnétiques à être utilisés dans le circuit de puissance ; et deux contacts auxiliaires, qui font partie du circuit de commande.

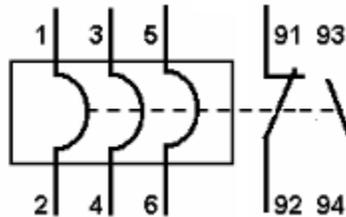


Figure 5.7. Symbole d'un relais magnétique.

#### 5.4.3. Principe de fonctionnement

En fonctionnement normal, le bobinage du relais magnétique est parcouru par le courant du circuit. En cas de court-circuit, la force engendrée par le champ magnétique de la bobine devient supérieure à la force du rappel du ressort (voir Figure 5.8) et le relais magnétique déclenche.

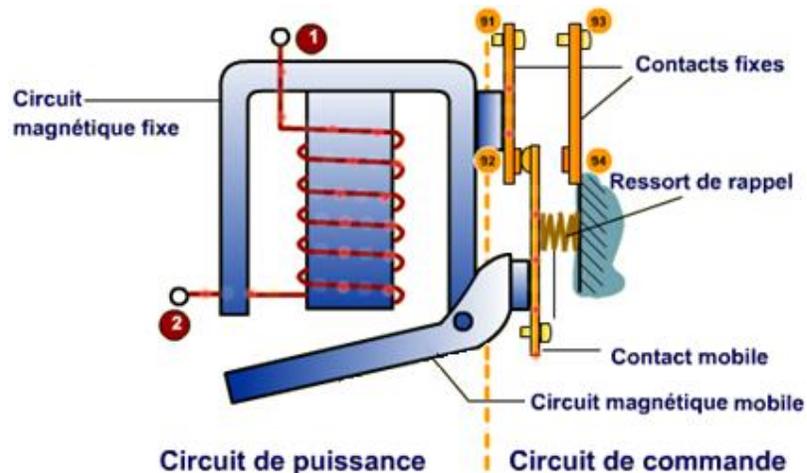


Figure 5.8. Principe de fonctionnement d'un relais magnétique [9].

#### 5.4.4. Restriction

- Le relais magnétique ne possède pas un pouvoir de coupure. Il doit être toujours utilisé en association avec un contacteur.

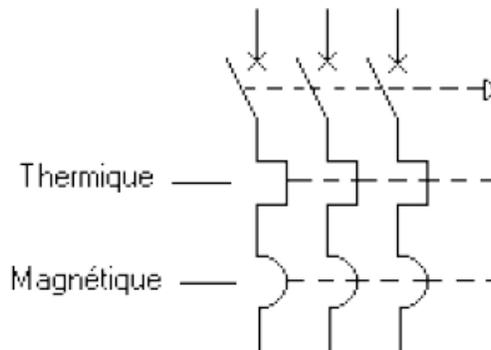
## 5.5. Disjoncteur Magnéto-thermique

### 5.5.1. Rôle

Un disjoncteur est un appareil de protection capable d'établir, de supporter et d'interrompre des courants dans les conditions normales du circuit, ainsi que de supporter pendant une durée spécifiée et d'interrompre des courants dans des conditions anormales spécifiées [38]. Le disjoncteur magnéto-thermique est capable d'interrompre un courant de surcharge ou un courant de court-circuit dans une installation. Sa principale caractéristique par rapport au fusible est qu'il est réarmable.

### 5.5.2. Symbole

La Figure 5.9 présente le symbole d'un disjoncteur magnéto-thermique tripolaire, avec des déclencheurs thermiques pour la protection contre les courants de surcharge, et des déclencheurs magnétiques pour la protection contre les courants de court-circuit.



**Figure 5.9.** Symbole d'un disjoncteur magnéto-thermique.

### 5.5.3. Principe de fonctionnement

Le disjoncteur magnéto-thermique assure la protection selon 2 principes [39] :

- **Principe thermique :** Une lame bimétallique (bilame) est parcourue par le courant. Le bilame est calibré de telle manière qu'avec un courant nominal  $I_n$ , elle ne subisse aucune déformation. Par contre si des surcharges sont provoquées par les récepteurs, en fonction du temps, la lame va se déformer et entraîner l'ouverture du contact.
- **Principe magnétique :** En service normal, le courant nominal circulant dans la bobine, n'a pas assez d'influence magnétique (induction magnétique) pour pouvoir attirer l'armature mobile fixée sur le contact mobile. Le circuit est fermé. Si un défaut apparaît dans le circuit

aval du disjoncteur, le courant de court-circuit provoque une violente aimantation de l'armature mobile. Cela a comme conséquence d'ouvrir le circuit aval du disjoncteur.

#### 5.5.4. Courbe de déclenchement

On exprime le temps de déclenchement en fonction de l'intensité, ce qui se traduit par la courbe de la Figure 5.10.

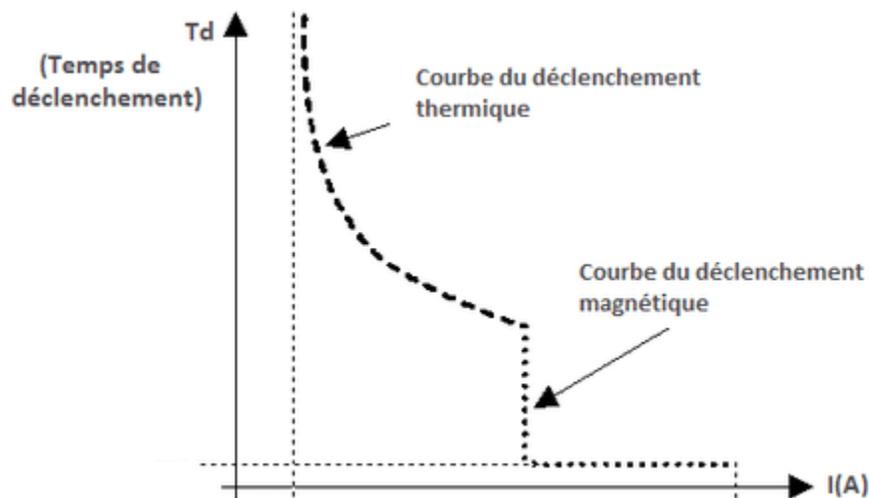


Figure 5.10. Courbe de déclenchement d'un disjoncteur magnéto-thermique.

#### 5.5.5. Restriction

- Ne convient pas pour une fréquence élevée de manœuvres (usure).

### 5.6. Évaluation formative

#### Exercice : Symboles

- Donner les symboles des dispositifs suivants : (1) Fusible ; (2) Relais thermique ; (3) Relais magnétique ; (4) Disjoncteur Magnéto-thermique.

#### Exercice : Rôle du fusible

Pour un élément fusible, la valeur d'intensité du courant est le seul critère qui peut influencer la fusion du filament conducteur.

- Vrai.  
 Faux.

#### Exercice : Types de fusibles

Les fusibles aM assurent la protection contre :

- Les courants de court-circuit.  
 Les courants de surcharge.

#### Exercice : Courbe de fonctionnement du fusible

Le courant nominal d'un fusible peut provoquer la fusion de l'élément fusible avant l'expiration du temps conventionnel.

- Vrai.

Faux.

**Exercice : Constitution et fonctionnement du relais thermique**

Le système de déclenchement d'un relais thermique :

Est constitué de deux bilames.

Relié à la force engendrée par le champ magnétique des bilames.

Actionne seulement si la température est suffisamment élevée.

Agit sur un contact à fermeture et deux contacts à ouverture.

**Exercice : Rôle du relais thermique**

En cas de surcharge, le relais thermique n'agit pas directement sur le circuit de puissance.

Vrai.

Faux.

**Exercice : Rôle du relais magnétique**

En cas de surcharge, les contacts auxiliaires du relais magnétique sont utilisés dans le circuit de commande pour assurer l'ouverture du circuit de puissance et signaler la surcharge.

Vrai.

Faux.