

## CHAPITRE 2 APPAREILLAGE ELECTRIQUES

### 2.1. CARACTERISTIQUES D'UNE INSTALLATION DOMESTIQUE

#### 2.1.1. Caractéristiques de l'alimentation

Domaine	Entre phase et neutre	Entre phases
Très basse tension TBT	$U \leq 50V$	$U \leq 50V$
Basse tension BT	$50 < U \leq 600V$	$50 < U \leq 1000V$

#### 2.1.2. Schéma général de distribution

Toute installation électrique fait l'objet d'un schéma qui indique :

- Le type de conducteur.
- Le nombre de conducteur par circuits.
- La section des conducteurs.
- Le type de dispositif de protection des circuits.
- La valeur nominale ou de réglage de la protection.

Les 2 tableaux ci dessous donnent la valeur des protections à installer en fonction de la section des conducteurs.

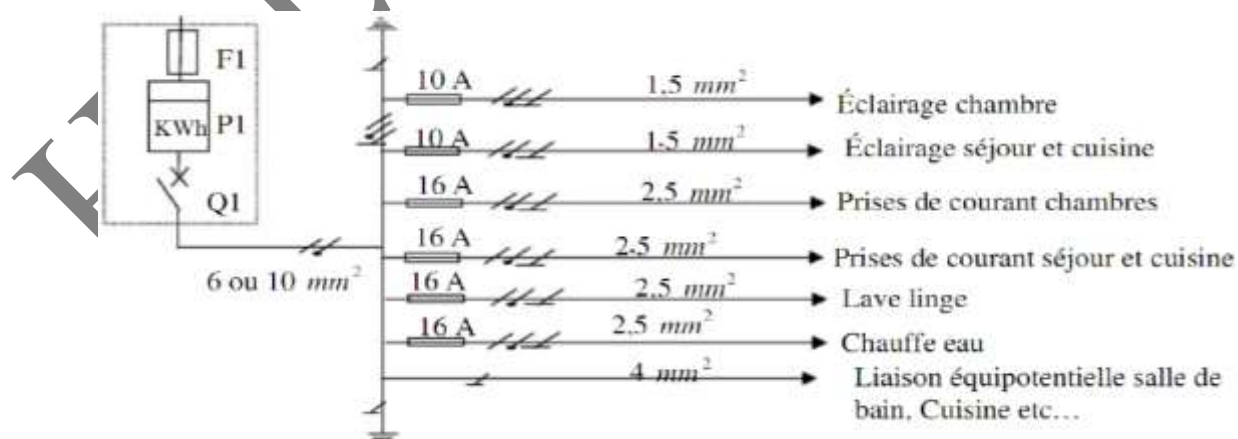
#### Cas d'un fusible

<b>Section des conducteurs en (mm<sup>2</sup>)</b>	1.5	2.5	4	6
<b>Calibre du fusible (A)</b>	10	16	25	32

#### Cas d'un disjoncteur

<b>Section des conducteurs en (mm<sup>2</sup>)</b>	1.5	2.5	4	6
<b>Courant nominal du disjoncteur (A)</b>	16	20	32	38

**Exemple :** schéma unifilaire d'une distribution générale d'une installation domestique

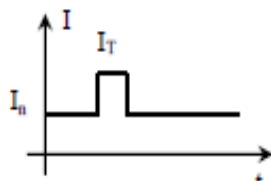
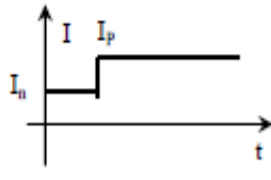
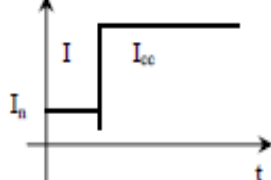


**F1** : fusible de protection, **P1** : compteur actif monophasé, **Q1** : disjoncteur monophasé.

### 2.2. APPAREILLAGE DE PROTECTION

Tout phénomène qui engendre une modification, plus ou moins grande, des valeurs nominales des grandeurs : tension, courant, est une perturbation. Ces perturbations sont de trois types :

- Les surintensités : les surcharges, les courts circuits,
- Les surtensions,
- Les baisses et le manque de tension.

Nature des perturbations	Causes	Effets	Moyens de protections
<p><b>Les surintensités</b></p> <p>⊕ Les surcharges</p> <p>☞ Temporaires</p>	<p>- Démarrage ou freinage d'un moteur.</p> 	<p>- Peu de risques.</p>	<p>- Pas de coupure envisagée.</p>
<p>☞ Prolongées</p>	<p>- Rupture d'une phase d'alimentation d'un moteur.</p> <p>- Moteur en dépassement de charge.</p> <p>- Fonctionnement abusif et simultané de plusieurs appareils électriques.</p> 	<p>- Echauffement lent et progressif :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>☞ vieillissement des isolants,</li> <li>☞ destruction des isolants,</li> <li>☞ incendies.</li> </ul>	<p>- Coupure retardée mais devenant rapide si l'amplitude de la surcharge est importante.</p> <p>- Appareils de protection :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>☞ disjoncteur avec déclencheur thermique,</li> <li>☞ relais thermique.</li> </ul>
<p>⊕ Les courts circuits</p>	<p>- Coupure et mise en contact de câbles d'alimentation.</p> 	<p>- Destruction des câbles, voire du matériel.</p> <p>- Incendies.</p> <p>- Risque d'accident corporel par brûlure.</p>	<p>- Coupure instantanée.</p> <p>- Appareils de protection :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>☞ disjoncteur avec déclencheur magnétique,</li> <li>☞ relais magnétique,</li> <li>☞ fusible.</li> </ul>

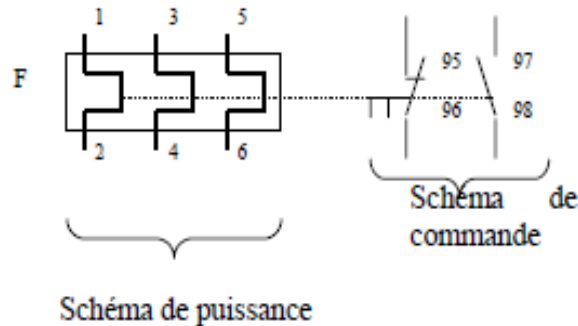
<p><b>Les surtensions</b></p>	<p>- Augmentation brutale de la tension due :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>☞ à des contacts accidentels avec la H.T,</li> <li>☞ à des conditions atmosphériques : coup de foudre.</li> </ul>	<p>- Destruction des isolants.</p>	<p>- Coupure instantanée.</p> <p>- Appareils de protection :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>☞ relais de surtension,</li> <li>☞ parafoudre.</li> </ul>
<p><b>Les baisses et manques de tension</b></p>	<p>- Chute de tension trop importante due à un déséquilibre du réseau.</p>	<p>- Mauvais fonctionnement des récepteurs (moteurs, matériels informatiques, ...).</p>	<p>- Coupure instantanée.</p> <p>- Appareils de protection :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>☞ relais à minimum de tension.</li> </ul>

Remarque :

- Les surcharges : courant de  $10 \times I_n$  pendant un temps assez long.
- Les courts circuits : courant de  $100 \times I_n$  pendant un temps très court.

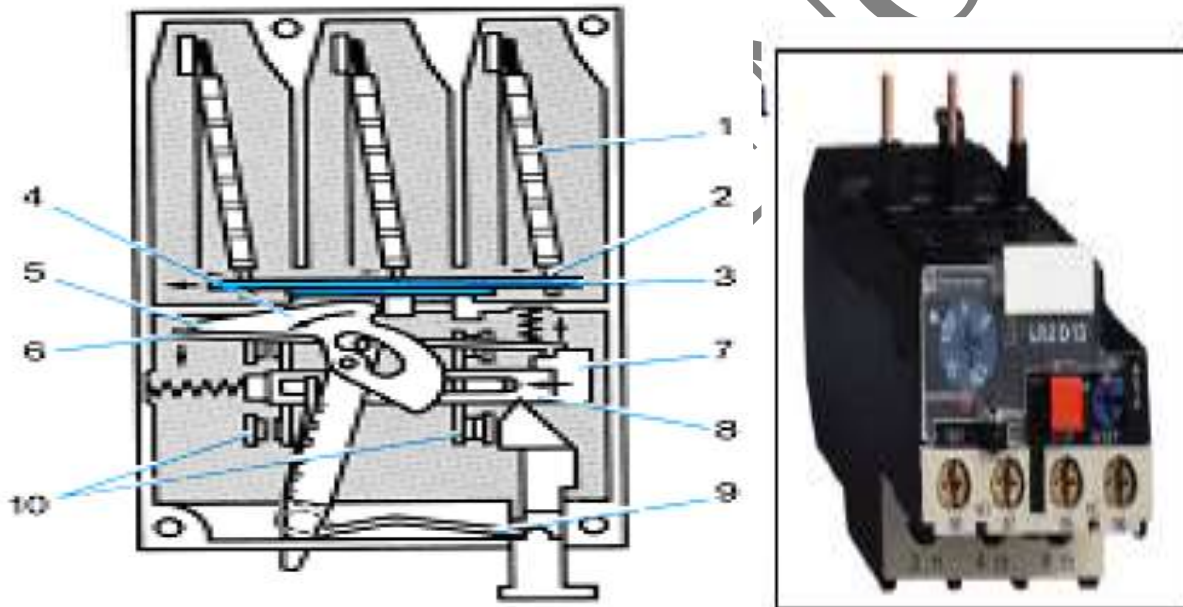
2.2.1. RELAIS THERMIQUE (protection contre les surcharges) :

A. Symbole



B. Constitution et principe d'un relais thermique tripolaire

Sur cette figure, le relais est en position « armé », en attente de déclenchement.



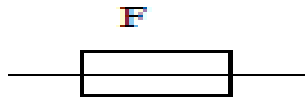
Lorsqu'un courant important parcourt les enroulements chauffants (1), les bilames (2) se déforment et les réglottes du différentiel (3) sont entraînées dans le sens de la flèche.

La came (4) est entraînée également et tourne autour de son axe. Le bord d'attaque de cette came (5) provoque la rotation du bilame de compensation (6), la butée de maintien (7) libérée laisse échapper la pièce mobile (8) qui est sollicitée par un ressort en épingle (9). Les contacts (10) changent de position.

Le réarmement ne peut s'effectuer que lorsque les bilames ont suffisamment refroidi. La distance que doit parcourir la pièce pour échapper à la butée de maintien est fonction du courant de réglage affiché sur le relais et de la température ambiante du local dans lequel est placé celui-ci : d'où nécessité d'une correction par le bilame de compensation.

2.2.2. FUSIBLES

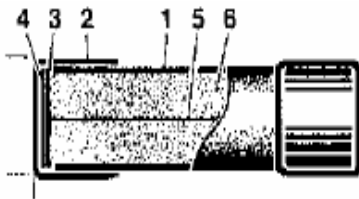
A. Symbole



## B. Constitution

Il existe deux types de cartouche fusible :

- Cartouche cylindrique,
- Cartouche à couteaux : On utilise ces cartouches dans le milieu industriel.



①	Tube en verre ou en isolant
②	Capsule de contact
③	Disque de centrage de la lame fusible
④	Plaquette de soudure (elle lie la capsule ② et la lame fusible ⑤)
⑤	Lame ou fil fusible
⑥	Sable (silice)



## C. Principe de fonctionnement

Le fusible est constitué d'une *lame* dans une enveloppe fermée. Cette lame fond si le courant qui la traverse dépasse la valeur assignée par l'enveloppe. Ce dernier, contient du sable (silice) afin de permettre une coupure franche en évitant ainsi l'arc électrique.

## D. Classification des cartouches fusibles :

Suivant leur utilisation, trois classes de fusibles peuvent s'employer :

- **les cartouches fusibles très rapides UR** : Utilisé pour les protections des semi-conducteurs ou de composants de l'électronique de puissance.
- **les cartouches fusibles standards gG** : Usage ou utilisation générale. Pour toute les installations de type domestique.
- **les cartouches fusibles lents ou retardé aM** : Utilisé pour les forts courants transitoires :
  - ✓ démarrage des moteurs,
  - ✓ primaire des transformateurs.

## E. Contrainte thermique

Elle représente la limite de l'énergie supportée par la cartouche fusible sans détérioration. Elle s'exprime en  $A^2s$  et se note  $I^2t$ .

## 2.3. LES APPAREILS DE COMMANDE ET DE PROTECTION

### 2.3.1. DISJONCTEUR

C'est un appareil qui protège un circuit électrique contre les surcharges, les courts-circuits et les défauts d'isolement, par ouverture rapide du circuit en cas de défaut. Il existe plusieurs types de disjoncteurs.

#### A. DISJONCTEUR THERMIQUE

Il protège un circuit électrique contre les surcharges de courant (surtension dans un réseau électrique) ou un fort appel de courant lors d'un démarrage d'un moteur.

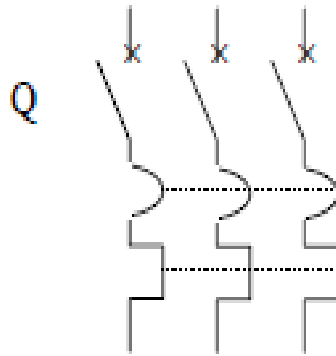
Le déclenchement se fait à  $I_r = 7I_n$  pour un temps compris entre  $2s < t < 10s$ .

#### B. DISJONCTEUR MAGNETIQUE

Il protège un circuit électrique contre les courts-circuits.

### C. DISJONCTEUR MAGNETO-THERMIQUE

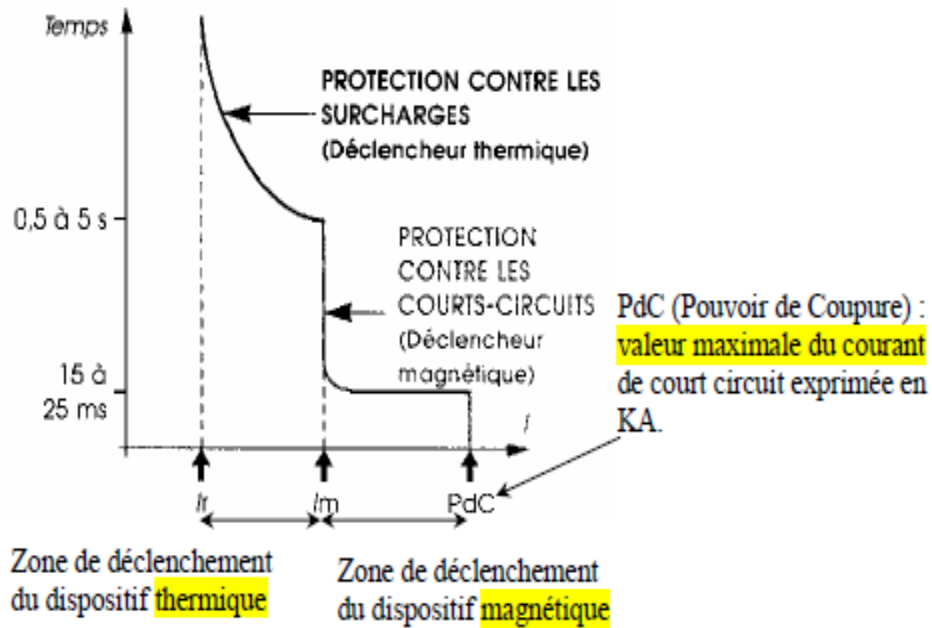
- Symbole



Disjoncteur Magneto-Thermique

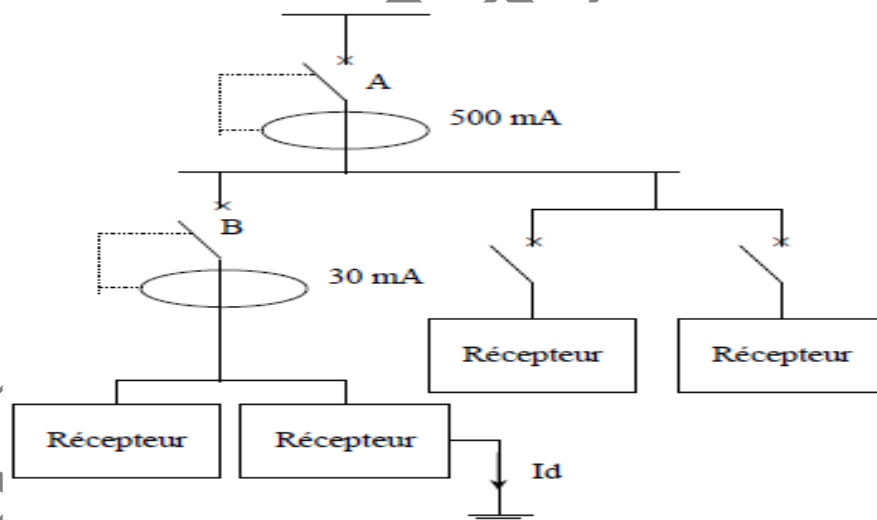
- **Fonctions principales** : Il ya deux fonctions principales
  - Couper : rôle des pôles principaux,
  - Protéger contre les surcharges (rôle du dispositif thermique) et les courts circuits (dispositif magnétique).
- **Eléments de choix d'un disjoncteur** il s'effectue selon :
  - la tension d'emploi :  $U_e$ ,
  - le courant nominal :  $I_n$ ,
  - le pouvoir de coupure : courant de court circuit maximal qu'il peut couper,
  - le nombre de pôles protégés : 1, 2, 3 ou 4,
  - le type de récepteur à protéger.
- **Courbe de déclenchement typique d'un disjoncteur magnéto-thermique.**

On règle le courant  $I_r$  à la valeur nominal absorbé par le récepteur ou l'installation.



• **La sélectivité des protections**

Une bonne coordination des protections d'une alimentation électrique doit entraîner le déclenchement de l'appareil de protection situé immédiatement en amont du défaut et de lui seul. Cette capacité du réseau à rendre la surface perturbée la plus petite possible, donc à assurer une bonne continuité de service, est caractérisée par ce que l'on appelle : la sélectivité (totale, partielle).



**Exemple :**

- Si  $I_d$  est compris entre 30 et 100 mA, seul B s'ouvre. Il y a une bonne sélectivité
- Si  $I_d > 500$  mA, A et B s'ouvrent en même temps. Il n'y a donc pas une bonne sélectivité.

La solution consiste donc à utiliser un différentiel retardé (sélectif) pour A. De ce fait, le différentiel retardé encore désigné par un disjoncteur de branchement différentiel sélectif, doit être placé en tête d'une installation où tous les départs divisionnaires sont protégés par des différentiels instantanés de façon à assurer une bonne sélectivité des protections.

- **Pouvoir de coupure** d'un disjoncteur est la valeur maximum de courant d'un court-circuit (présumé) qui peut interrompre un circuit sous une tension.

- Le **pouvoir de fermeture** d'un disjoncteur est la valeur de courant permettant de fermer un circuit sous une tension donnée.

### 2.3.2. CONTACTEUR MAGNETIQUE

Le contacteur est un appareil de connexion, capable d'établir, de supporter et d'interrompre des courants dans les conditions normales du circuit, y compris les conditions de surcharge en service. Il permet de commander un circuit électrique en charge à distance, par des impulsions de courants (BP) et il est caractérisé par:

- Tension et courant nominaux ( $I_n$ ,  $U_n$ ),
- Température ambiante et le courant thermique conventionnel ( $I_{th}$ ).



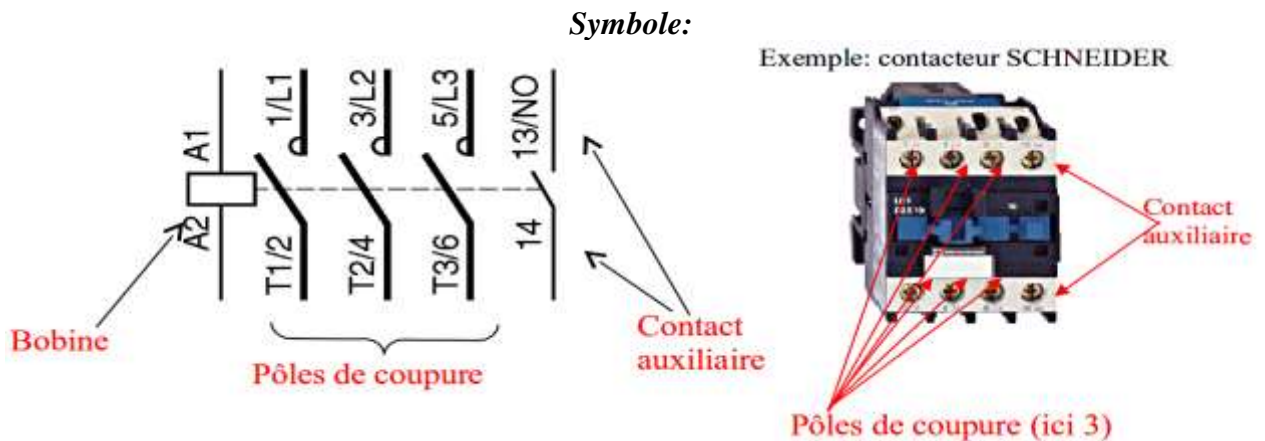
#### A. Constitution

Le contacteur comporte 3 ensembles fonctionnels :

1. **Pôles de coupure**: (circuit principal ou circuit de puissance). Il est donc nécessaire qu'ils aient un pouvoir de coupure permettant l'extinction de l'arc électrique qui prend naissance à l'ouverture des pôles.
2. **le circuit de commande** : (l'électroaimant)
3. **le circuit auxiliaire** : composé de contacts à ouverture (NF) ou à fermeture (NO) permettant d'assurer l'auto-alimentation, la signalisation, ....

#### B. Fonctionnement

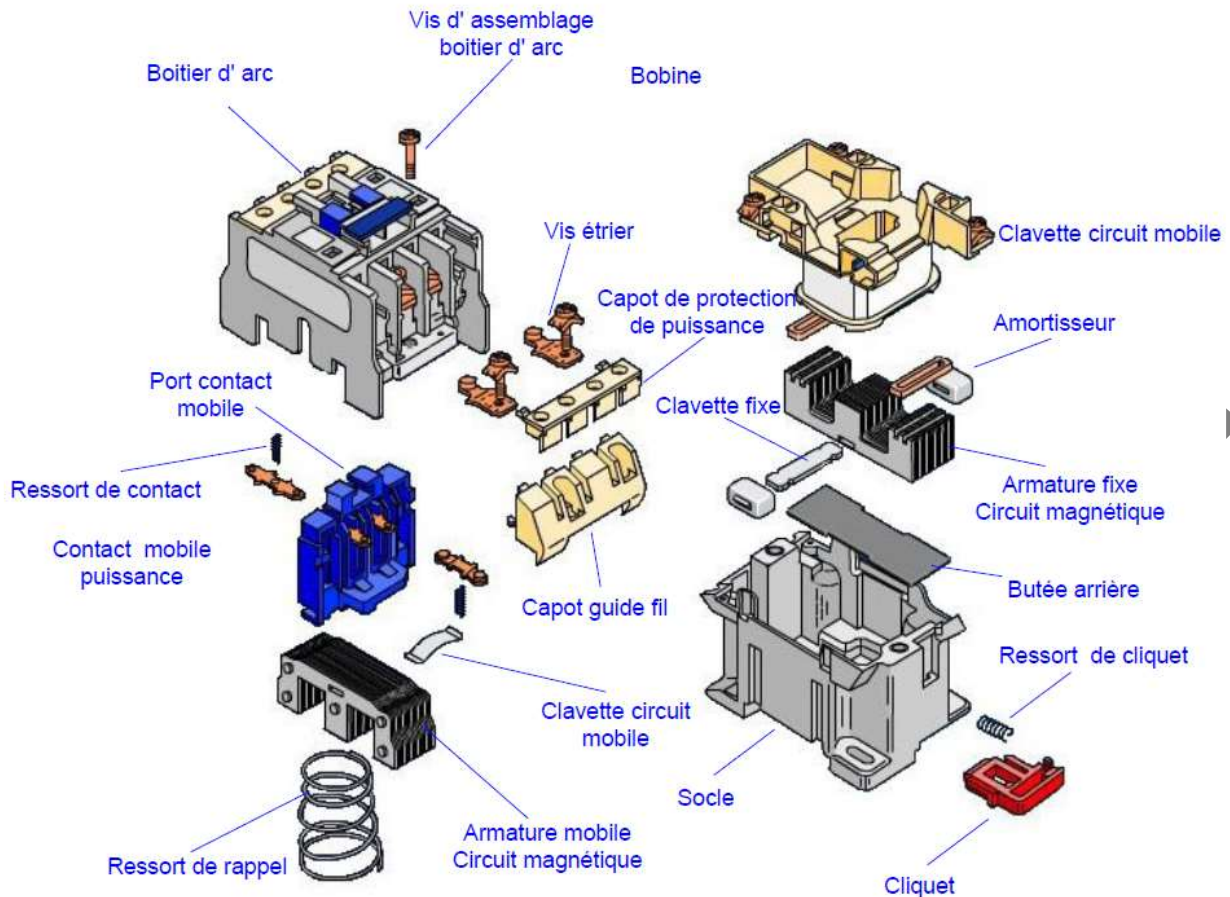
Lorsque le circuit de commande (bobine de l'électroaimant) est alimenté, le champ magnétique créé fait déplacer les contacts du contacteur (le contacteur se ferme). Lorsque la bobine n'est plus alimentée, le circuit magnétique se démagnétise et le contacteur s'ouvre sous l'effet d'un ressort remet les contacts dans leur position de départ (position au « repos »).



#### C. Critères de choix d'un contacteur

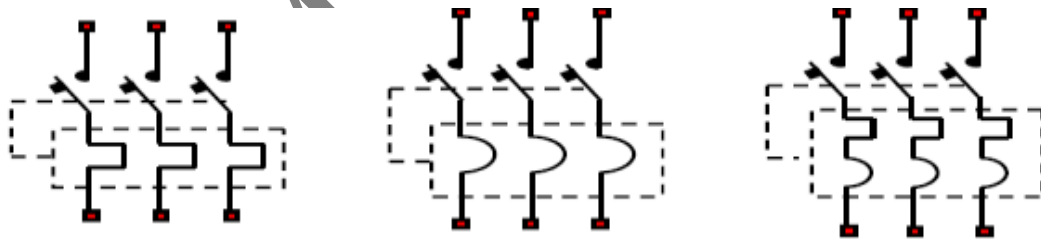
- Nombre de pôles,
- Courant et tension nominaux,
- Type d'alimentation de la bobine d'un contacteur (380VAC 220VAC ; 24VDC),
- Durée de vie.

#### D. Vue éclatée d'un contacteur



### 2.3.3. DISCONTACTEUR

Il est équipé d'un contacteur plus un déclencheur, il existe plusieurs types de discontacteurs: (Thermique, magnétique et magnétothermique) et unipolaire, bipolaire et tripolaire.

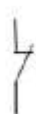


## 2.4. APPAREILLAGE DE CONNEXION ET D'INTERRUPTION

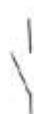
### 2.4.1. Symboles d'un appareil de coupure

Un appareil de coupure permet d'ouvrir ou fermer les circuits électriques. Cet appareil doit avoir un contact qui se déplace :

- Un contact à fermeture est ouvert au repos (normalement ouvert NO).
- Un contact à ouverture est fermé au repos (normalement ouvert NF).



Contact à ouverture



Contact à fermeture



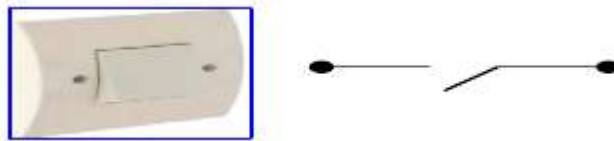
**A. Boutons Poussoirs :** le contact se fait par appui sur le BP qui revient seul dans sa position d'origine (ressort). Les contacts peuvent être « normalement ouvert » (NO) ou « normalement fermés » (NF).



**B. Les boutons poussoirs d'arrêt d'urgence** le contact se fait par appui sur le BP qui, en général, reste bloqué. Pour le remettre dans sa position d'origine, le plus souvent, soit on le tourne, soit on tourne la clef s'il en possède une, soit on le tire.



**C. Interrupteurs :** le contact se fait par appui sur l'interrupteur qui reste en position. Pour arrêter il faut appuyer sur l'autre partie de l'interrupteur.

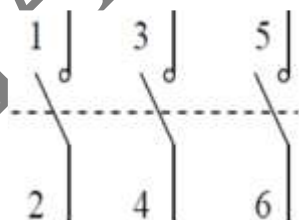


**2.5. REPERAGE DES SCHEMAS ELECTRIQUES**

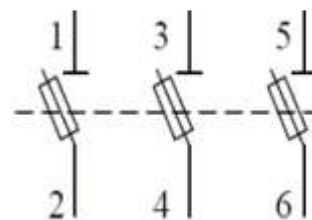
Pour faciliter la réalisation, les modifications et la maintenance des installations et des équipements électriques les bornes de raccordement doivent être repérés identiquement sur les schémas et sur l'installation.

- **Repérage des circuits de puissance :** Les bornes des contacts de circuit de puissance sont repérées par un seul chiffre. Les entrées prennent des chiffres impairs et les sorties prennent des chiffres pairs.

Exemple:



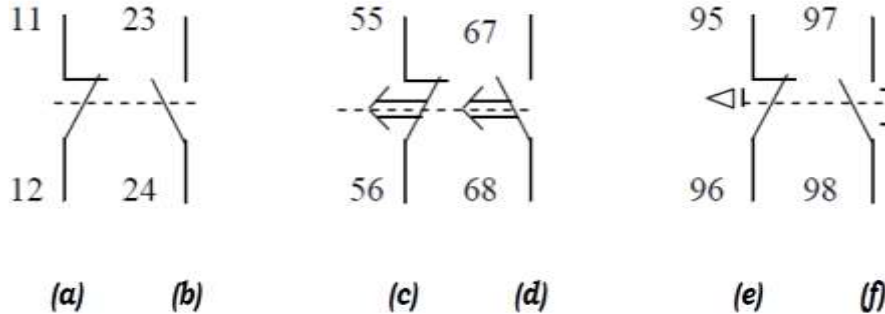
**Contacts principaux d'un contacteur**



**Contacts principaux d'un sectionneur**

- **Repérage des circuits de Commande :** Les bornes de contacts des circuits de commande sont repérées par deux nombres de deux chiffres; tels que les nombres impairs désignent les entrées des contacts et les nombres pairs désignent les sorties des contacts; notant que le nombre est composé de deux chiffres.

**Exemple:**



- (a) Contact fermé au repos
- (b) Contact ouvert au repos
- (c) Contact temporisé fermé au repos
- (d) Contact temporisé ouvert au repos
- (e) Contact d'un relais magnétothermique fermé au repos
- (f) Contact d'un relais magnétothermique ouvert au repos