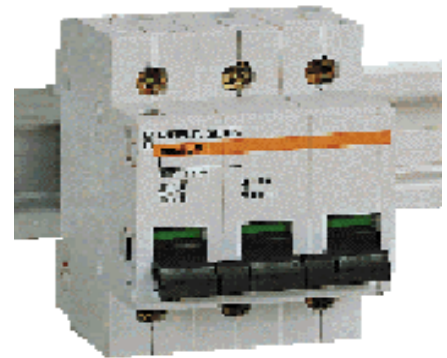


# Appareillage

A la fin du cours, vous devrez être capable de :

Identifier un composant de puissance.

Exploiter des documents constructeurs se rapportant à un composant..



## SOMMAIRE

Page n° 1	Page de garde
Page n° 2	Sectionneur
Page n° 3	Fusibles
Page n° 4	Pouvoir de coupure
Page n° 5	Interrupteurs
Page n° 6	Interrupteurs différentiels
Page n° 7	Disjoncteurs
Page n° 8	Disjoncteurs
Page n° 9	Disjoncteurs
Page n° 10	Disjoncteurs
Page n° 11	Contacteurs
Page n° 12	Contacteurs
Page n° 13	Relais thermiques
Page n° 14	Relais thermiques
Page n° 15	Relais magnétiques

# L'APPAREILLAGE.

## 1.SECTIONNEURS

### 1 ROLES ET DESCRIPTION.

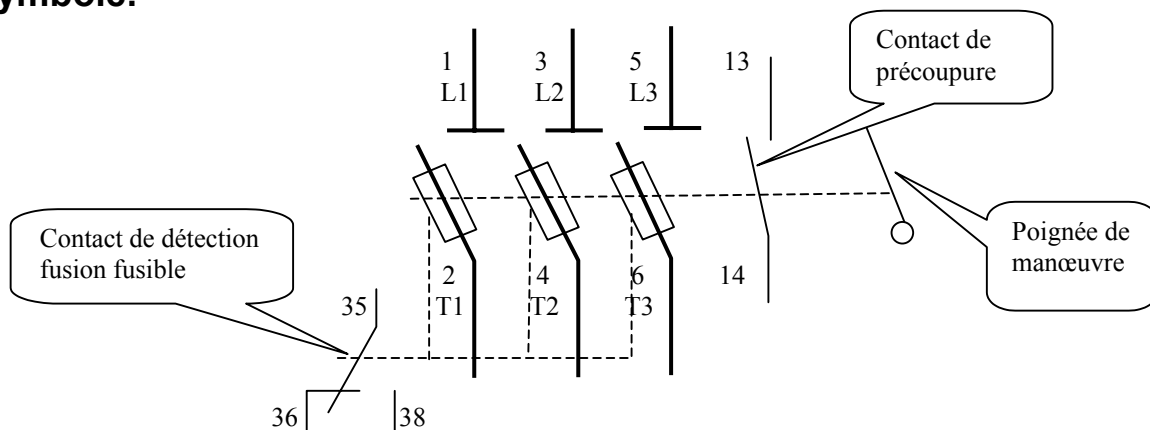
#### 1.1. Fonction.

Le sectionneur permet de **séparer** un départ ou une ligne de la source d'énergie, **sa manœuvre doit s'effectuer hors charge**

- ❑ Il assure la **garantie de l'isolement du circuit aval par une distance d'ouverture suffisante**.
- ❑ Cette coupure peut être **visible** ou asservie à un **indicateur fiable**, qui reflète la **position** de l'appareil.
- ❑ Certains sectionneurs possèdent un dispositif de **condamnation** en position d'ouverture afin de permettre la **consignation** de l'équipement.
- ❑ Le sectionneur peut être équipé de **barrettes de neutre** ou de **fusibles** assurant la protection contre les surintensités (*fusibles gG protection surcharges et courts-circuits fusible aM protection contre les courts-circuits seulement*).
- ❑ Les sectionneurs associés à un contacteur sont en principe équipés de **contacts de précoupures**. Ces contacts sont insérés dans le circuit de commande du contacteur, ils assurent la mise hors charge du circuit avant l'ouverture des pôles du sectionneur.
- ❑ Les cartouches **fusibles à percuteurs** équipent les sectionneurs munis d'un micro contact détectant la fusion d'un fusible. Ce dispositif est utilisé pour éviter la marche en monophasé, ou éventuellement pour assurer la protection du conducteur neutre.



#### 1.2. Symbole.



### 1.3. Critère de choix d'un sectionneur.

- Nombre de pôles
- Courant d'emploi taille des fusibles.
- Tension assignée d'emploi.
- Contact de précoupure, avec ou sans.
- Dispositif de protection contre la marche en monophasé.
- Poignée de commande intérieure, extérieure.
- Dispositif de condamnation.

#### TEST RAPIDE.

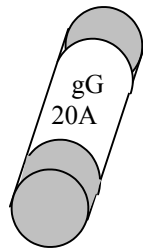
Vous devez faire le bon de commande d'un sectionneur placé en tête d'un coffret de commande de pompe Tri + N 400V 18A. La poignée du sectionneur est sortie, les pompes sont dans un local différent du coffret, et les mécaniciens peuvent intervenir sur ces pompes.

- 1° Indiquez les fonctions Que devra assurer cet organe.
- 2° Citer les critères auquel devra répondre cet appareil.

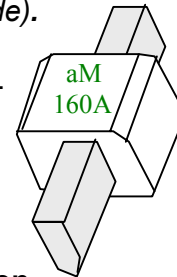
## 2. LES FUSIBLES.

**2.1. CONSTITUTION :** un fil fusible placé dans une enveloppe de porcelaine le tout étant rempli de silice. Les extrémités du fil sont reliées à deux culots cylindriques en cuivre étamé ou argenté pour des intensités inférieures à 125A. Pour les intensités **> 125A** les culots sont des parallélépipèdes en forme de couteau (*surface de contact plus grande*).

Cartouches cylindriques.



Cartouche à couteaux.



### 2.2. CRITERES DE CHOIX D'UN FUSIBLE:

- Tension d'emploi
- Courant d'emploi
- Type de fusible

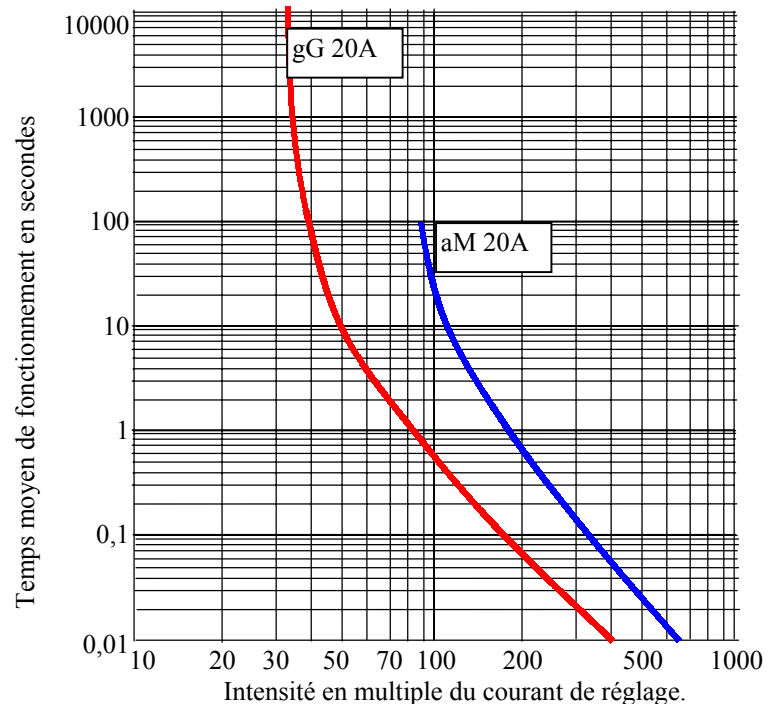
Les fusibles de type **gG** protègent contre les **surcharges et les courts-circuits**.

Les fusibles de type **aM** protègent contre les **courts-circuits seulement** ( voir courbe de fusion ci contre).

**AD** accompagnement disjoncteur normes EDF (*courbes de fusion similaires aux aM*).

- Taille et forme de la cartouche.
- Avec ou sans percuteur.
- Pouvoir de coupure.

Courbes de fusion



### 2.3. EXEMPLES DE CALIBRES DE FUSIBLES.

Calibres en **A** : **6, 10, 16, 20, 25, 32, 40, 50, 63, 80, 100, 125, 160, 200, 250, 315, 400.**

Taille et pouvoir de coupure des cartouches domestiques :

**6A** : 6,3 x 23 – 6kA, **10A** : 8,5 X 23 – 6kA, **16A** : 10,3 X 25,8 – 6kA, **20A** : 8,5 X 31,5 – 20kA,  
**25A** : 10,3 X 31,5 – 20kA, **32A** : 10,3 x 38 – 20kA,

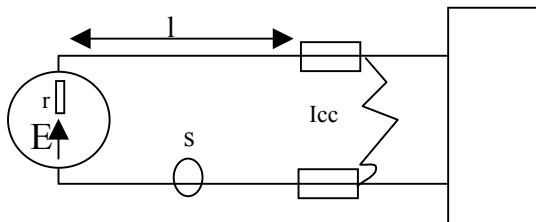
Les cartouches industrielles ont un calibre inférieur pour la même taille mais leur **pouvoir de coupure** est généralement de **100kA**.

Il existe une catégorie de fusibles ultrarapides destinés la protection des appareils ou composants électroniques un fabricant les appellent "protistors".

### 2.4. POUVOIR DE COUPURE :

C'est l'intensité maximale que peut supporter un appareil de protection lors de la coupure en cas de court-circuit.

#### Exemple de calcul des courants de court circuit



$$I_{cc} = \frac{E}{r + Rl}$$

$$Rl: \text{résistance de la ligne} = \frac{2 \cdot \rho \cdot l}{S}$$

$\rho$  pour le cuivre N.F.C. 15 100 : 0,0225  $\Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$ ,  $\rho$  pour l'aluminium 0,036  $\Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$ .

Exemple générateur 110V résistance interne 0,02  $\Omega$  ligne de 6mm<sup>2</sup> longueur 12m.

$$Rl = 2 \times 0,0225 \times 12 / 6 = 0,09 \Omega, \rightarrow I_{cc} = \frac{120}{0,02 + 0,09} = 1090\text{A}.$$

Pour le courant alternatif la formule est la même il convient simplement de faire le calcul en additionnant les impédances. (Voir calcul des canalisations électriques).

### 2.5. SÉLECTIVITÉ ENTRE DEUX FUSIBLES.

Règle pratique : lorsque l'intensité de court-circuit traverse deux fusibles disposés verticalement on a la sélectivité s'il y a un rapport de 1,6 entre le calibre du **fusible amont** sur le **fusible aval**, pour les calibres supérieurs à 16A du **type gG** (CEI 269-2).

Pour plus de précision se reporter aux caractéristiques de contraintes thermiques fournies par les constructeurs. Il est important de noter que les fusibles ont un pouvoir limiteur pour un courant de court-circuit calculé à 100kA un fusible gG 40A le limite à 5kA.

**Test rapide** Vous êtes appelé pour remplacer un fusible de 20A, quelles précisions apportez-vous pour sortir le bon fusible du magasin.

En vous référant sur la courbe précédente quelle est la surintensité nécessaire pour obtenir une fusion du fusible 20A gG en 60" (Env. 40A)

Le fusible aM 20A est soumis à une surintensité de 100A donner son temps de fusion.

## 3. LES INTERRUPTEURS.

**3.1. Fonction :** appareil capable d'établir ou d'interrompre des courants sous une tension assignée.

*Par rapport aux sectionneurs ses appareils assurent une fermeture et une ouverture brutale de leurs pôles, de plus l'arc est contenu dans un compartiment appelé chambre de coupure.*

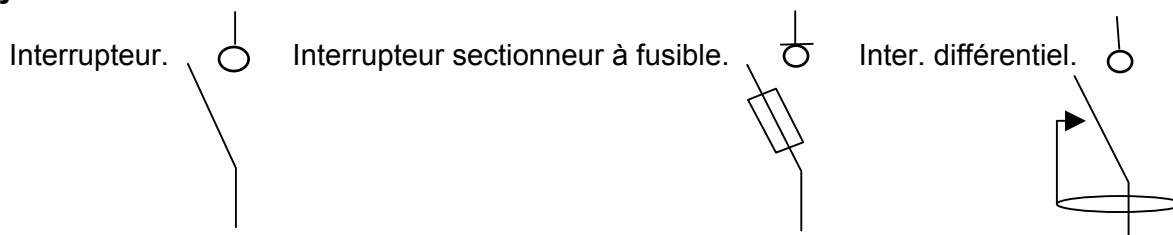
Certains appareils ont une garantie de séparation et porte le nom d'interrupteur sectionneur ils peuvent ou non être équipés de dispositifs de condamnation en position d'ouverture.

D'autres interrupteurs sont équipés d'un dispositif différentiel leur fonctionnement s'apparente à un disjoncteur différentiel dépourvu de relais magnétothermiques.

Il existe aussi des interrupteurs fusibles et des interrupteurs équipés de dispositifs déclencheurs que l'on peut associer à certains relais



### 3.2. Symboles.



### 3.3. Principales caractéristiques.

Nombre de pôle	Avec ou sans dispositif de condamnation.	
Tension d'emploi.	Intensité d'emploi.	Catégorie d'emploi.
Pouvoir de fermeture.	Pouvoir de coupure.	Tenue électrodynamique.

Catégories d'emploi. **AC**: courant alternatif, **DC** : courant continu.

<b>AC21</b> : charges résistives $\text{Cos } \varphi = 0,95$ .	<b>DC21</b> : charges résistives.
<b>AC22</b> : charges mixtes $\text{Cos } \varphi = 0,65$ .	<b>DC22</b> : charges inductives $L/R = 2,5 \text{ ms}$ .
<b>AC23</b> : charges fortement inductive ( ex : moteurs) $\text{Cos } \varphi = 0,35$	<b>DC23</b> : charges fortement inductive $L/R = 15 \text{ ms}$ .

### 3.4. Particularités des interrupteurs.

La mise en place d'interrupteur impose de prendre les dispositions nécessaires pour ne pas dépasser leur intensité d'emploi. Un interrupteur est directement associé à un dispositif de protection (*fusibles ou disjoncteur*), ou la somme des intensités consommées en aval n'exède pas son intensité d'emploi.

Cet inconvénient a donné lieu à un commentaire sur la norme N.F.C. 15 100. pour les habitations alimentées en monophasées ( $P < 18\text{kVA}$ ) ou les circuits de la salle d'eau et des prises de courant sont protégés par interrupteur différentiel. 30mA (voir tableau).

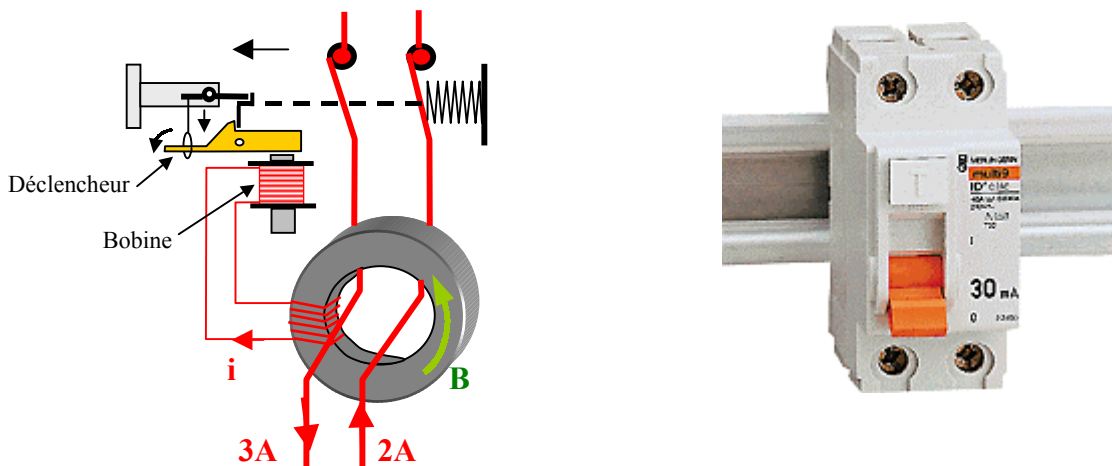
Choix de l'interrupteur différentiel en fonction de la superficie de l'appartement.

Surface de l'habitation	Nombre, et courant de l'inter diff. <30mA
$S \leq 35 \text{ m}^2$	<b>1 x 25 A</b>
$S \leq 100 \text{ m}^2$	<b>1 x 40 A</b>
$S > 100 \text{ m}^2$	<b>1 x 63 A ou 2 x 40 A <sup>(1)</sup></b>

<sup>(1)</sup> Lorsque l'installation est protégée par un seul disjoncteur de branchement différentiel 15/45A il est admis de mettre en œuvre un seul interrupteur différentiel de 40A, ( $I\Delta n$  30 mA)

### 3.5. Complément sur les interrupteurs différentiels.

Comme nous l'avons décrit précédemment l'interrupteur différentiel est un interrupteur muni d'un déclencheur et d'un dispositif de mesure du courant différentiel résiduel.



*La différence entre le courant aller et le courant retour donne naissance à un champ magnétique dans le tore. Cette variation de champ induit une f.e.m. dans le bobinage placé sur le tore. Cette f.e.m. est appliquée à la bobine de déclenchement qui fait ouvrir l'interrupteur.*

#### Exemple de plaque signalétique

Réglage de la protection contre les court-circuits.	→	$I_m=500A$	$I_{\Delta m} = 1500A$
Tension d'emploi.	→	$230V\sim$	
Courant d'emploi.	→	<b>40A</b>	
Tenue au court circuit	→	<input type="checkbox"/>	10 000A
Sensibilité du dispositif différentiel.	→		$I_{\Delta n} 0,03A$

Il existe plusieurs gammes de sensibilité des interrupteurs différentiels

les hautes sensibilités de **6 à 30 mA**

Les moyennes sensibilités (de **100 mA à 1A**), de plus certains dispositifs différentiels sont sélectifs en étant équipés d'un dispositif de retard intentionnel, afin de permettre le déclenchement des dispositifs 30mA situés en aval, il porte la lettre "**S**".

**Test éclair** : un interrupteur peut assurer les fonctions : coupure, séparation, protection surcharge, protection court-circuit, protection des personnes préciser les aditifs que doit posséder cet interrupteur pour chaque fonction.

Peut-on monter un interrupteur seul en tête d'installation ?

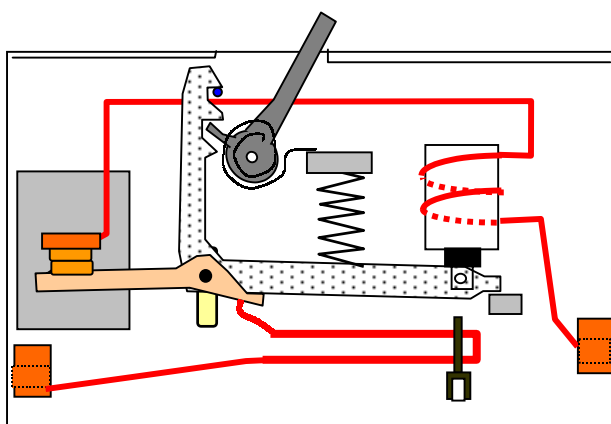
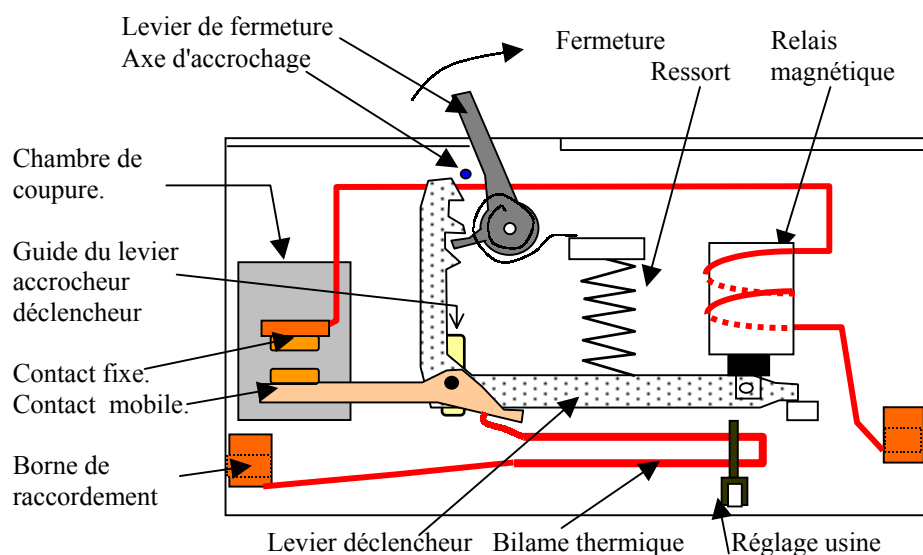
## 4. LES DISJONCTEURS.



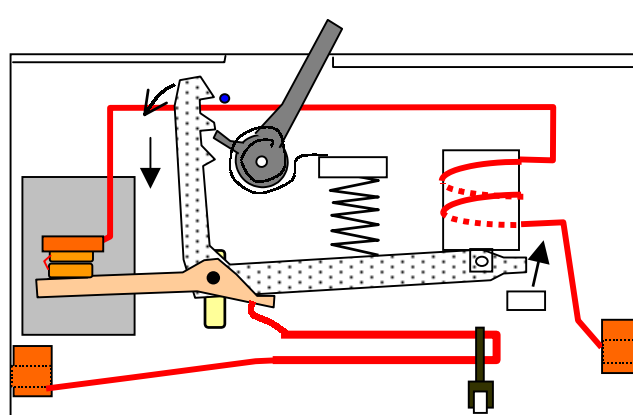
**4.1. Définition :** appareil capable d'établir et de couper automatiquement l'alimentation d'une installation qui se trouve en surcharge ou en court-circuit.

### 4.2. Croquis du mécanisme, fonctionnement.

Le croquis ci dessous montre les constituants interne d'un disjoncteur.



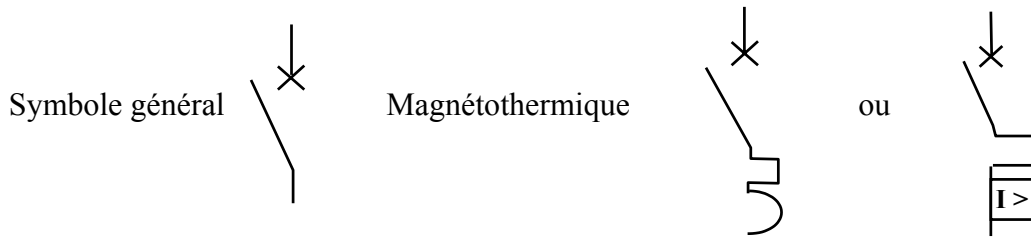
Disjoncteur fermé.



Disjoncteur en phase de disjonction.



### 4.3. Symboles.



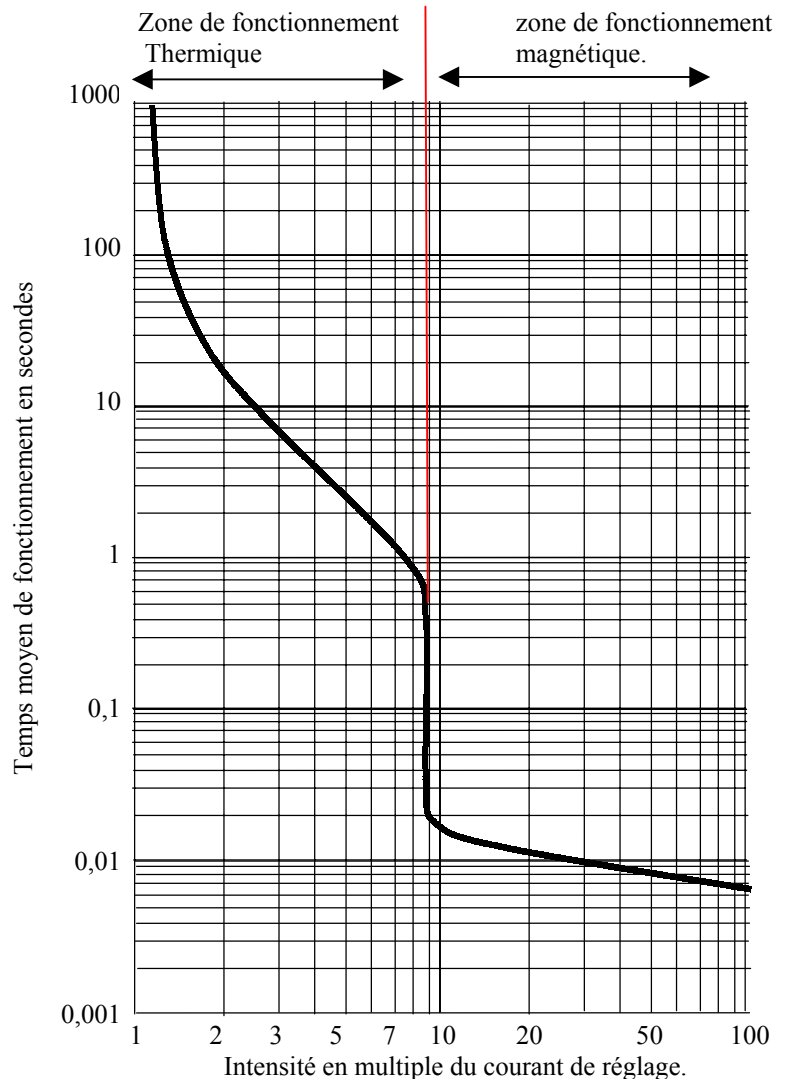
### 4.4. Le principe et courbes de fonctionnement.

En cas de surintensité prolongée proche de la valeur de réglage les bilames thermiques se déforment jusqu'à entraîner l'ouverture du disjoncteur. on dit que **les relais thermiques** assurent la protection contre **les surcharges**.

En cas de court-circuit les relais magnétiques sont sollicités et assurent l'ouverture instantanée du disjoncteur. On dit que **les relais magnétiques** assurent la protection contre les **courts-circuits**.

#### Particularités.

Les disjoncteurs domestiques et les petits disjoncteurs, à l'exception des disjoncteurs moteurs sont équipés de relais thermiques et magnétiques fixes. Les disjoncteurs industriels de calibre inférieur à 160 A on les relais magnétiques fixe calibré à 10Ith, les relais thermiques réglables de 0,75 à 1. Pour les calibres supérieurs à 160A les relais magnétiques et thermiques sont réglables.



### 4.5. Les différentes courbes des disjoncteurs.

Les petits disjoncteurs ont leurs relais fixes, mais il est possible de choisir sa courbe de déclenchement en fonction de l'application souhaitée. La différence se fait par la plage de réglage des relais magnétiques (voir tableau)



Type d'installation	type de courbe	Plage de réglage
Installations classiques	<b>U</b> ( <i>avant 1990</i> ) <b>C</b> (domestique) <b>C</b> (industriel)	5,5 à 8,8 In. 5 à 10 In. 7 à 10 In.
Longueurs de câbles importantes	<b>L</b> ( <i>avant 1990</i> ) <b>B</b> (domestique) <b>B</b> (industriel)	2,6 à 3,8 In. 3 à 5 In. 3,2 à 4,8 In
Fort courant d'appel	<b>D</b>	10 à 14 In
Démarrateur moteur	<b>MA</b> ( <i>magnétique seul</i> )	12 In $\pm$ 20%

#### 4.6. Les accessoires

Les accessoires pouvant équiper les disjoncteurs sont nombreux les principaux sont :

**Les relais différentiels.**

**Les bobines de déclenchement** à émission de courant, ou à manque de tension.

**La motorisation**, et les contacts de position "ouvert ou fermé" etc..

#### 4.7 La plaque signalétique d'un disjoncteur, et choix.

Disjoncteurs industriels.

<b>In 250A</b>	Courant assigné d'emploi
<b>Ui 750V.</b>	Tension d'isolement
<b>Uimp 8kV</b>	Tension de tenue aux chocs
<b>Ue 400 V.</b>	Tension assignée d'emploie
<b>Icu 70kA</b>	Pouvoir de coupure ultime sous Ue fonct. en service réduit (o -t-co)
<b>Ics 100%</b>	Pouvoir de coupure de service fonct. en service normal (o-t-co-t-co)
<b>4P</b>	Nombre de pôles
<b>3D</b> Irth 200A x k Irm 5à 10 Irth	Nombre de déclencheurs calibre

Disjoncteurs modulaires.

Multi 9. C63	Gamme
<b>Ue 2330 V~</b>	Tension d'emploi
<b>C 25A</b>	courbe de déclenchement C calibre 25A
<b>6000</b>	Pouvoir de coupure
<b>1+N</b>	1 pôle protégé + 1pôle coupé (neutre)

Le choix d'un disjoncteur fait appel à ces principales caractéristiques les autres étant sous-entendues à partir de l'instant ou on utilise de l'appareillage normalisé.

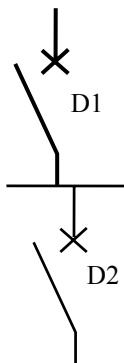
Les critères sont : Tension assignée d'emploi "**Ue**" / Courant assignée d'emploi "**Ie**"

Nombre de pôles "**4P**" / Nombre de déclencheurs ou de relais ex : "**3D**"

Calibre et plage de réglage des relais ex : **Irth 200A x 0,8** et **Irm 7 x Irth**.

Pouvoir de coupure : Ex: **50 kA** / Accessoires relais différentiels bobines **U>**.

#### 4.8 La sélectivité.



Le problème se situe lorsque l'on monte des disjoncteurs en cascade et que l'on désire assurer seulement l'ouverture du circuit en défaut.

Pour cela il existe plusieurs mode de sélectivité les constructeurs en proposent 4.

- La sélectivité ampèremétrique.

- La sélectivité chronométrique.

- La sélectivité logique, (*réserve aux disjoncteurs équipés de modules logiques*).

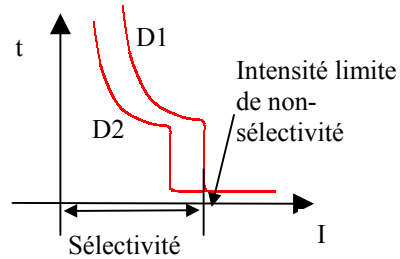
- La sélectivité énergétique, (*réserve aux fortes intensités et aux disjoncteurs équipés de modules limiteurs*).

Nous aborderons la sélectivité ampèremétrique et la sélectivité chronométrique.

#### 4.8.1. La sélectivité ampèremétrique.

Le disjoncteur amont a un réglage thermique et magnétique supérieur au disjoncteur aval.

La sélectivité est assurée si l'intensité de court-circuit traversant les deux disjoncteurs reste inférieure au réglage du relais magnétique du disjoncteur amont D1

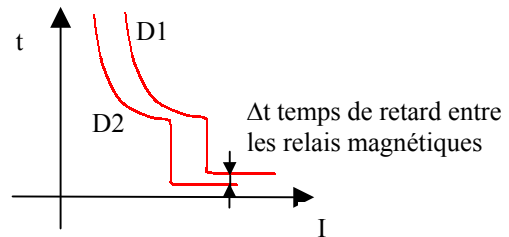


#### 4.8.2. La sélectivité chronométrique.

Le disjoncteur amont a ses relais magnétiques légèrement retardés par rapport à ceux du disjoncteur aval.

Dans le cas ci contre la sélectivité est assurée quelle que soit l'intensité de court-circuit traversant les deux disjoncteurs.

On dit que deux disjoncteurs sont sélectifs : si la courbe du disjoncteur amont est située en haut et à droite de la courbe du disjoncteur aval.



**Test éclair :** Au paragraphe 4 la courbe de réponse du disjoncteur est un disjoncteur de

Type C 40A industriel que signifie la lettre C :

Donner son temps de fonctionnement pour une surintensité de 60A ?

Quel est le relais sollicité ?

S'il est traversé par une intensité de 440A, quel est le relais sollicité ?

Donner son temps de fonctionnement.

Ce disjoncteur comporte l'inscription 10 000A à quoi correspond cette inscription ?

Que doit t'on ajouter à ce disjoncteur si on, veut assurer la protection contre les contacts directs de son réseau aval.

Un disjoncteur peut-il être commandé à distance avec quels accessoires ?

Citer les conditions pour que deux disjoncteurs soient sélectifs.

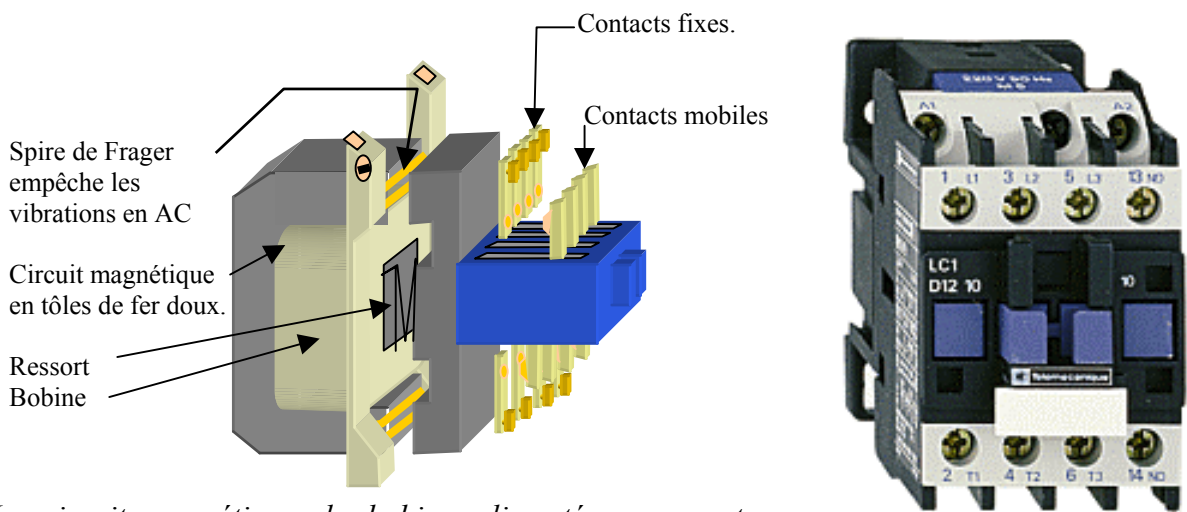
# 5. LES CONTACTEURS

## 5.1. Définition

Appareils pouvant être commandés à distance et capables **d'établir** et de **couper** de très **fortes intensités**

## 5.2. Principe de fonctionnement description.

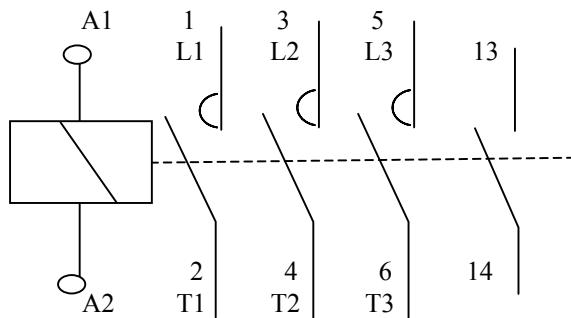
Ils sont constitués d'une bobine, placé dans l'armature d'un circuit magnétique. La culasse repoussée par un ressort est solidaire de contacts mobiles au travers de cages (ou d'un barreau pour les fortes puissances). Le passage du courant dans la bobine ferme le circuit magnétique qui positionne les contacts mobiles sur les contacts fixes.



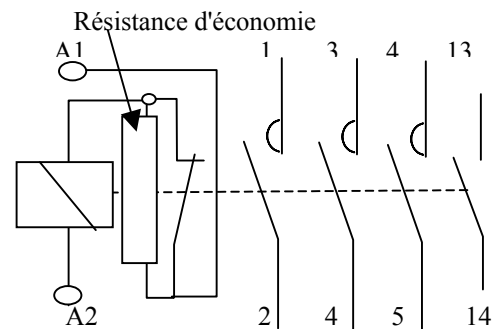
*Les circuits magnétiques des bobines alimentés en courant alternatif sont feuilleté et comporte des spires de frager pour éviter les vibrations*  
*Les circuits magnétiques des bobines alimentés en courant continu sont massifs ; en revanche on insère une résistance dans le circuit de commande pour réduire l'intensité lorsque le contacteur est fermé. Les contacts des contacteurs à courant continu sont équipés de soufflage magnétique.*

## 5.3. Symbole, et désignation.

Désignation "KM-"



Contacteur avec circuit de commande en courant alternatif.



Contacteur avec circuit de commande en courant continu

#### 5.4. Les caractéristiques

- Nombre de pôles.
- **Tension d'emploi. Courant et catégorie d'emploi** des pôles principaux.
- **Pouvoir de coupure** ou **type de coordination** avec les protections amont.
- **Tension et fréquence** du circuit de commande.
- **Contacts auxiliaires NO, NC.**
- **Additifs : bloc de contacts auxiliaires** bloc d'accrochage, blocs de verrouillage, blocs de contacts temporisés, etc..

#### Catégories d'emploi.

Courant alternatif.	Courant continu.
<b>AC-1.</b> Charges non inductives ou faiblement inductives (four à résistances).	<b>DC-1.</b> Charges non inductives ou faiblement inductives (four à résistances).
<b>AC-2.</b> Moteurs à bagues : démarrage, inversion de marche	<b>DC-3.</b> Moteurs shunt : démarrage inversion de marche , marche par à coup.
<b>AC-3.</b> Moteurs à cage : démarrage coupure	
<b>AC-4.</b> Moteurs à cage démarrage inversion de marche.	<b>DC-5.</b> Moteurs série: démarrage inversion de marche , marche par à coup.

#### 5.5. Test éclair :

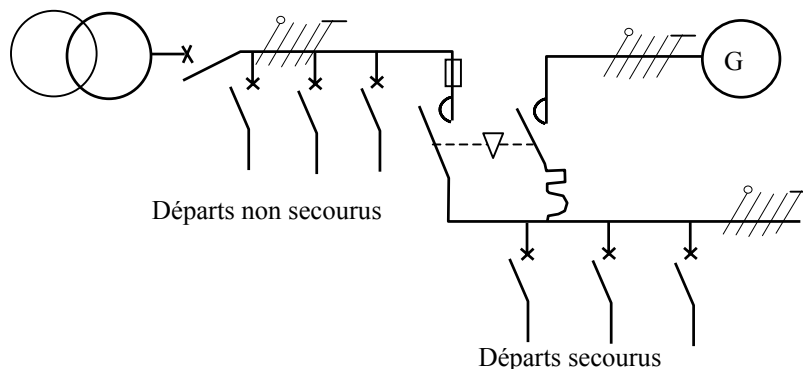
Citez les différences entre un contacteur et un relais ?

Quelle catégorie d'emploi préconisez-vous pour un contacteur qui doit commander un moteur série de chariot élévateur (batterie 48V).

Le contacteur de type LC1 D09 porte la mention Ith 20A pourtant il permet seulement de commander des moteurs de 4kW sous 400V qui absorbe une intensité de 8,1A, expliquer cette différence.

Vous devez choisir un jeu de contacteur inverseur normal secours de 1000A sur un réseau triphasé plus neutre 400 V, 50Hz, indiquez vos critères de choix.

Le contacteur est protégé par fusible gG1000A pour l'alimentation côté normal, quelle solution proposez-vous pour éviter au jeu de barres secouru de fonctionner en marche déséquilibrée



## 6. LES RELAIS THERMIQUES

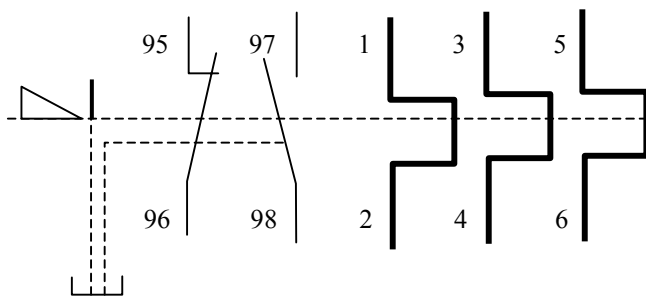
### 6.1. ROLE

**Les relais thermiques : organes de protection contre les surcharges.** Il est constitué de bilames insérés dans le circuit de puissance qui contrôlent l'intensité. En cas de surcharge elles actionnent un contact à accrochage, que l'on insère dans le circuit de commande. *Les bilames sont chauffés directement par le passage du courant pour les fortes intensités. Pour les faibles intensités une résistance est entourée autour, et enfin pour les très fortes intensités le courant est prélevé sur des transformateurs d'intensité.*

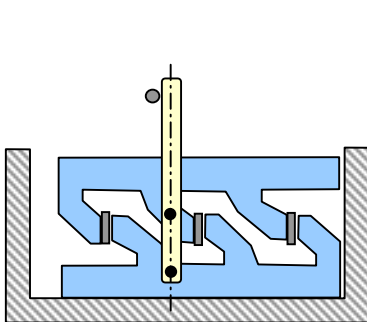


Pour éviter le fonctionnement en monophasé, un dispositif différentiel par bras de levier vient actionner le déclenchement des contacts.

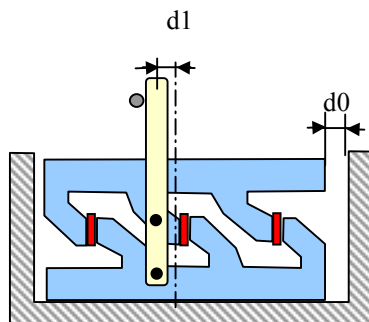
### 6.2. SYMBOLE :



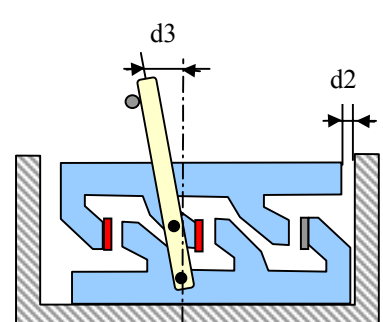
### 6.3. Principe de fonctionnement différentiel pour éviter la marche en monophasé.



Les bilames sont froids, il n'y a aucun déplacement des réglettes.



Les bilames s'échauffent et se déforment de la même amplitude  $d0 = d1$

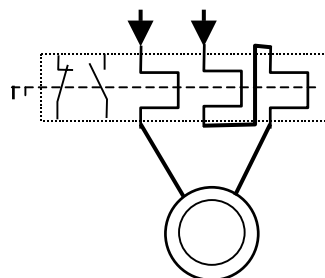


2 bilames s'échauffent 1 reste froid. La réglette du bas est immobile, celle du haut se déplace de  $d2$ , l'extrémité du bras de levier se déplace du triple  $d3$ . Une faible intensité sur 2 bilames entraîne le déclenchement.

## 6.4. Montages particuliers.

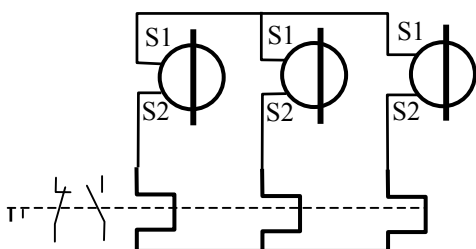
Montage en monophasé ou en courant continu.

*Le dispositif différentiel : il ne peut pas être utilisé pour la protection des personnes parce qu'il n'est pas à action instantanée. Son rôle est d'éviter la marche déséquilibrée des moteurs triphasés. Il peut être utilisé pour la protection des **moteurs monophasés** ou à **courant continu** en utilisant le **montage ci contre**.*



Relais alimentés par transformateur d'intensité

*Pour les moteurs de forte puissance l'ensemble existe en module tout équipé cet ensemble ne fonctionne qu'en courant alternatif.*



## 6.5. Caractéristiques.

Tension d'emploi.

Plage de réglage.

Courbe de déclenchement

Caractéristiques des contacts auxiliaires :

Nombre : 1O, 1F, Intensité d'emploi, tension d'emploi

## 6.6. Association des relais thermiques avec des fusibles.

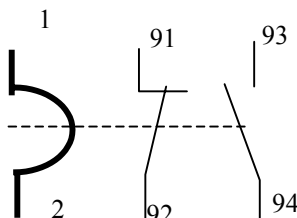
Les relais thermiques ne supportent pas les contraintes thermiques d'un court-circuit.

Afin d'éviter leur destruction, il convient de les associer avec des fusibles de type "aM" de calibre immédiatement supérieur à leur intensité maximale de réglage. Il est également possible d'associer les relais à des disjoncteurs en fonction de la coordination souhaitée.

## 7. LES RELAIS MAGNETIQUES.

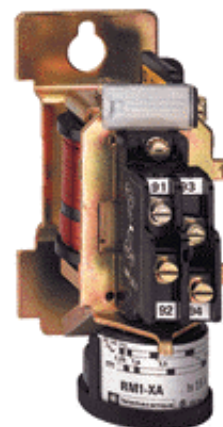
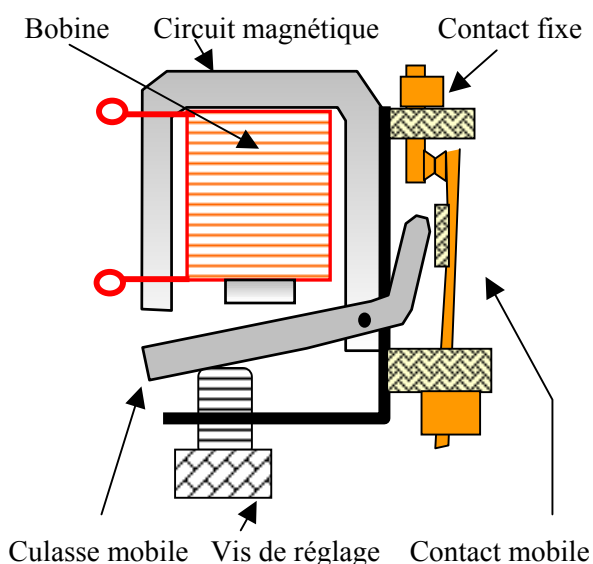
**7.1. Rôle :** Relais fonctionnant sur le principe des forces électromagnétiques son action est instantanée, dès que le seuil de courant fixé est dépassé. Inconvénient il ne présentent pas une grande précision, ils sont actuellement remplacés par des relais électroniques.

**7.2. Symbole.**



**7.3. Principe de fonctionnement.**

L'alimentation en courant de la bobine magnétise le circuit qui se ferme et actionne le contact.



**7.4. Caractéristiques.**

Tension d'emploi, Courant d'emploi.

Plage de réglage.

Caractéristiques des contacts auxiliaires :

Nombre : 1O, 1F, avec ou sans accrochage, Intensité d'emploi, tension d'emploi.

**7.5. particularités emploi.**

Ces relais sont utilisés en contrôle de courant maxi (blocage de rotor d'un moteur), ou de courant mini (pompe tournant sans eau). Ils sont généralement neutralisés dans la phase de démarrage.