

# Distribution de l'énergie électrique

3.6

## Sécurité électrique

# 3.6 Sécurité électrique

## Classification des risques électriques

30 % des incendies seraient d'origine électrique.

Les accidents d'origine électrique sont dix fois plus souvent mortels que les accidents ordinaires.

90 morts par an en France, et plusieurs milliers de blessés (électrocution 15 % / électrisation 36 % / brûlures 49 %).

	Installations	Personnes
Risques	<ul style="list-style-type: none"><li>• Les surintensités</li><li>• Les court-circuits</li><li>• Les surtensions</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Les contacts directs avec des conducteurs sous tension</li><li>• Les contacts indirects dus à un défaut d'isolation</li></ul>
Conséquences	<ul style="list-style-type: none"><li>• Détérioration des équipements et des locaux</li><li>• Incendies</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Blessures,</li><li>• Brûlures</li><li>• Électrisation</li><li>• Électrocution</li></ul>

3.8

## Protections des installations

# 3.8 Protections des installations

## Classification des risques électriques

	Surintensités	Surtensions	Court-circuits
Origines	<p>Élévation prolongée du courant électrique dans une installation.</p> <p>Trop de consommateurs sur un même circuit (prises multiples en cascade par exemple).</p>	<p>Élévation brutale de la tension dans un circuit électrique.</p> <p>Phénomènes de foudre, tempêtes solaires (EMC) ou défauts de type court-circuit.</p>	<p>Contact entre deux conducteurs sous tension ou entre un conducteur et une masse selon le schéma de liaison à la terre.</p>
effets	<p>Échauffement excessif dans les conducteurs.</p> <p>Vieillesse prématurée des isolants.</p> <p>Risques d'incendie.</p> <p>Fatigue prématurée des composants.</p>	<p>Pics d'intensités qui détériorent les lignes électriques ou les transformateurs entraînant parfois des coupures des réseaux de distribution.</p> <p>Dégâts (claquage) importants dans les semi-conducteurs (transistors) des appareils électroniques.</p>	<p>Élévation immédiate et très importante de l'intensité avec une libération importante d'énergie et de chaleur (explosions).</p>
Protections	<p>disjoncteur thermique, fusible</p>	<p>paratonnerres, Para-surtenseurs</p>	<p>Disjoncteur magnétique</p>

# 3.8 Protections des installations

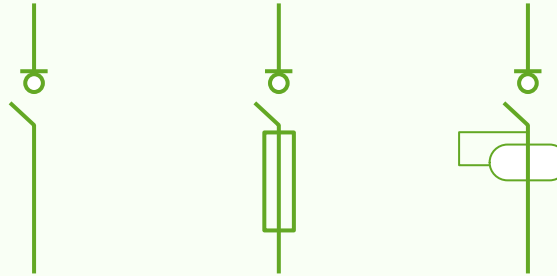
## Les différents équipements de protection

### Fusible



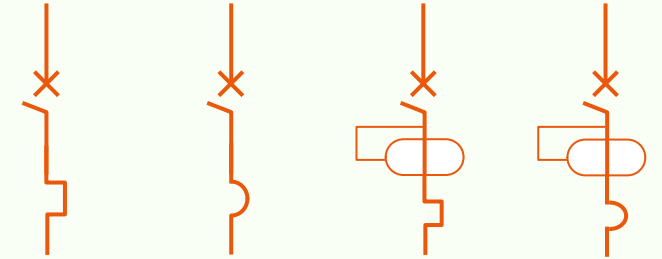
Fonction	:	Eliminer les défaut de type surintensité ou court-circuit
Usage principal	:	Réseaux HT
Avantages	:	Coût Temps de réaction Pouvoir de coupure élevé
Inconvénients	:	Usage unique

### Interrupteur



Fonction	:	Ouvrir un circuit en charge Organe de coupure / Consignation
Usage principal	:	Tous domaines de tension
Avantages	:	Peut éliminer les défauts d'isolement (interrupteur différentiel) à courant nominal.
Inconvénients	:	Pouvoir de coupure limité à son intensité nominale

### Disjoncteur



Disjoncteur Thermique    Disjoncteur Magnétique    Disjoncteur Thermique    Disjoncteur Magnétique

Disjoncteurs simples    Disjoncteurs différentiels

Fonction	:	Eliminer tous types de défauts
Usage principal	:	Tous domaines de tension
Avantages	:	Polyvalence Réutilisable après élimination du défaut
Inconvénients	:	Coût

# 3.8 Protections des installations

## Le disjoncteur - Généralités

### Caractéristiques principales

Calibre	Valeur de la surintensité admissible	10 - 6000 A
Pouvoir de coupure	Courant de court-circuit maximal admissible	5 - 150 kA
Courbe	Temps d'ouverture sur surintensité	B, C, D

# 3.8 Protections des installations

## Le disjoncteur - Fonctionnement

Le disjoncteur est un appareil de protection qui doit éliminer des défauts électriques caractérisés par une élévation anormale de l'intensité courant circulant dans un circuit.

Il doit disposer de :

1. Un équipement qui mesure le courant
2. Un équipement qui provoque l'ouverture lorsque que le seuil d'intensité est atteint
3. Un mécanisme d'ouverture capable d'interrompre le courant de défaut



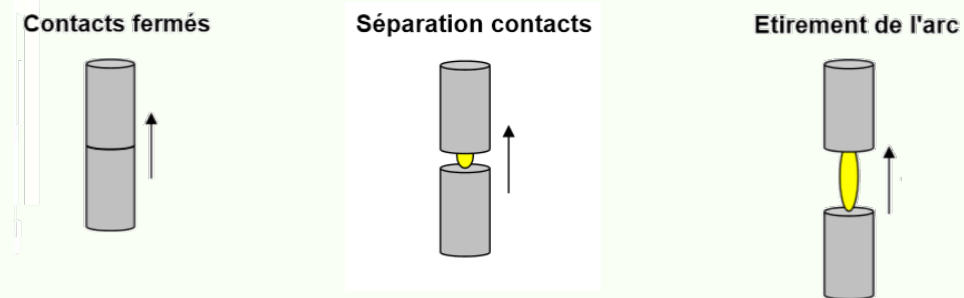


# 3.8 Protections des installations

## Le disjoncteur - Fonctionnement

### Extinction de l'arc électrique :

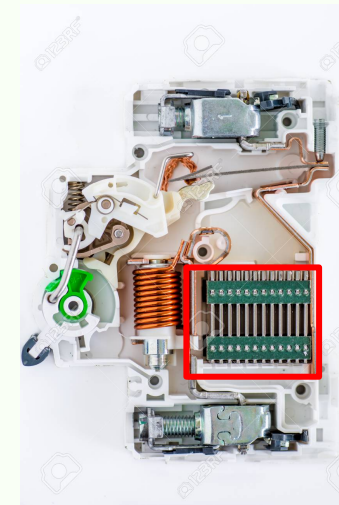
- Lorsque que l'on ouvre un circuit électrique sous tension, il se forme un arc électrique dont l'intensité dépend du courant à interrompre



- S'il n'est pas éliminé rapidement, l'arc électrique :
  - ⇒ Prolonge la circuit du courant de défaut
  - ⇒ Provoque des échauffements qui peuvent endommager le disjoncteur et rendre sa réutilisation impossible

### Il en résulte que :

1. Eteindre rapidement l'arc électrique est la fonction essentielle du disjoncteur
2. Le mécanisme d'ouverture doit être suffisamment puissant pour séparer rapidement les contacts
3. Il est nécessaire de compléter ce mécanisme par une "chambre d'extinction" destinée à accélérer l'extinction de l'arc.






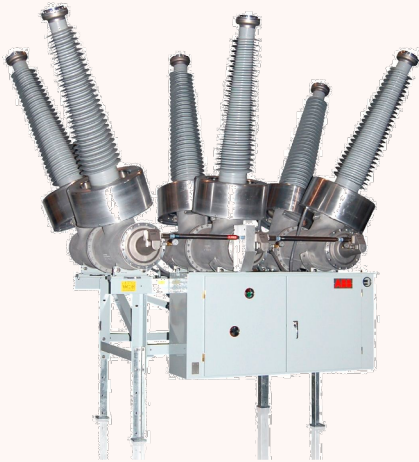
Disjoncteur domestique 16A



Disjoncteur HTB 90 kV

# 3.8 Protections des installations

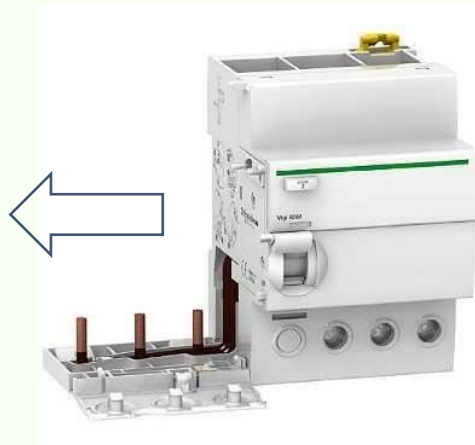
## Le disjoncteur - Exemples

Caractéristiques	Basse tension		Haute Tension HTA	Haute Tension HTB
	Domestique	Industriel		
Calibre	10 - 63 A	125 - 6300 A	400 A	2500 - 5000 A
Pouvoir de coupure	10 - 15 kA	40 - 150 kA	25 kA	30 - 60 kA
Dimensions	5 x 10 cm	35 cm x 45 cm	L = 1 m x H = 2 m	3 à 5 m
Mesure Déclenchement	Analogique Intégrée	Numérique Relai intégré	Numérique Relai intégré	Numérique Relai extérieur
Exemple				

# 3.8 Protections des installations

## Le disjoncteur - Différents types

Type	Usage	
Thermique	Surintensité	Fonctions combinées
Magnétique	Court-Circuit	
Différentiel	Défaut d'isolement	Module auxiliaire



Dans chaque disjoncteur on trouve :

- Une fonction mesure
- Une fonction déclenchement
- Un mécanisme d'ouverture

Eventuellement complétés par :

- Motorisation
- Contacts de position

# 3.8 Protections des installations

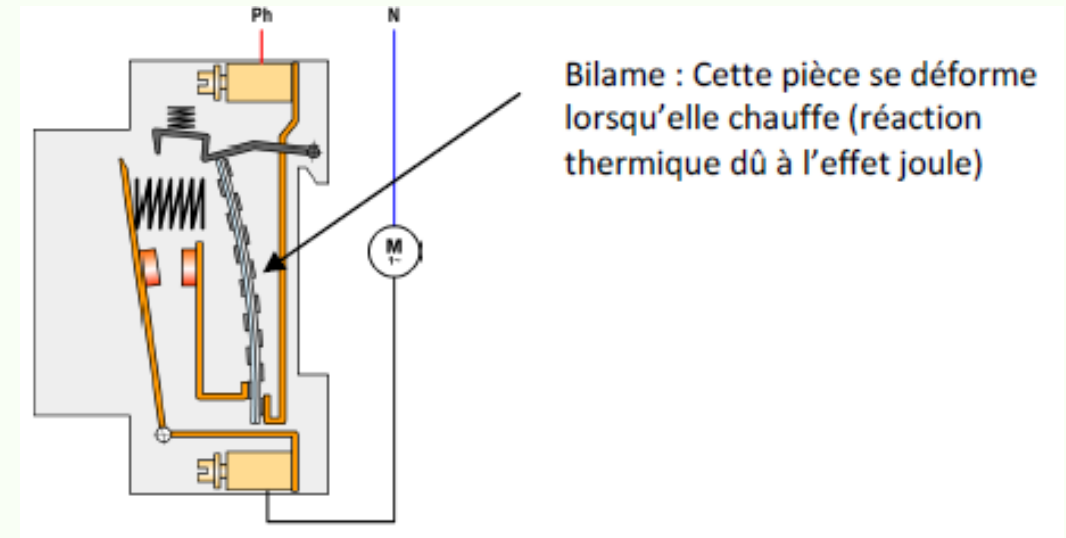
## Le disjoncteur thermique

Fonction :

- ⇒ Eliminer les défauts électriques de type surintensité
- ⇒ Rappel :
  - Intensité modérée (5 à 10 fois l'intensité nominale)
  - Temps d'élimination : quelques secondes

Principe

- ⇒ Utilise la déformation d'un mécanisme sous l'effet de la chaleur produite par le courant



# 3.8 Protections des installations

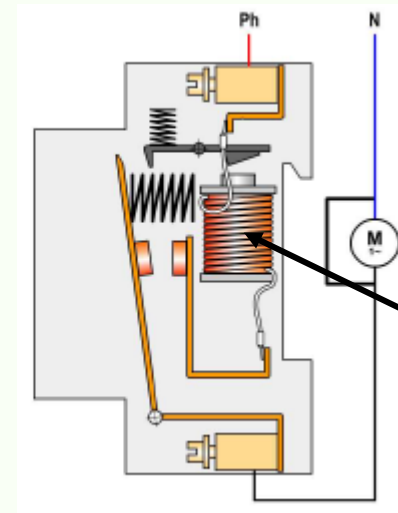
## Le disjoncteur magnétique

Fonction :

- ⇒ Eliminer les défauts électriques de type court-circuit
- ⇒ Rappel :
  - Intensité élevée : plusieurs dizaines de kA
  - Temps d'élimination : quelques millisecondes

Principe

- ⇒ Utilise la variation rapide du courant pour actionner un dispositif déclencheur

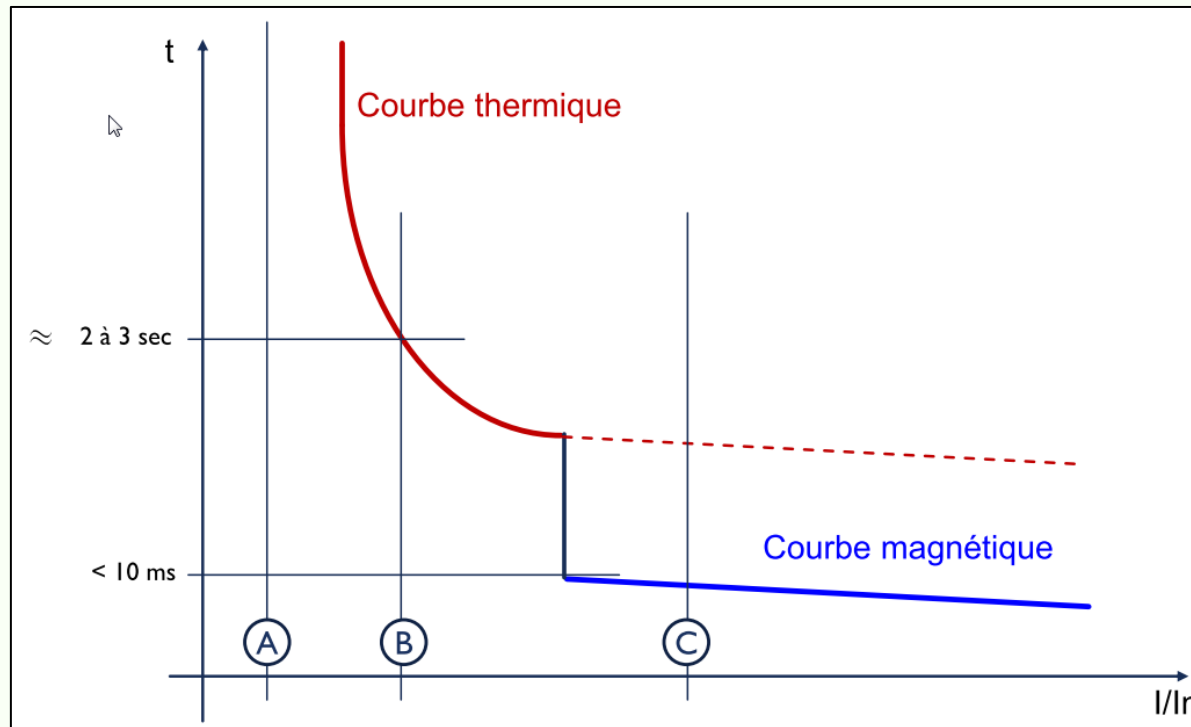


La variation rapide du courant dans la bobine de déclenchement crée un champ magnétique qui actionne le mécanisme d'ouverture

# 3.8 Protections des installations

## Le disjoncteur magnétothermique

### Courbe de déclenchement



- A.  $I/I_n$  est proche de 1 :  
C'est la plage de fonctionnement normale. Le temps d'ouverture est infini : le disjoncteurs reste fermé.
- B.  $I/I_n$  est de l'ordre de 3 à 5  
Cas d'une surintensité : le temps d'ouverture est de quelques secondes.
- C.  $I/I_n$  est supérieur à 10  
Cas d'un court-circuit : le temps d'ouverture est de quelques millisecondes

# 3.8 Protections des installations

## Choix des disjoncteurs

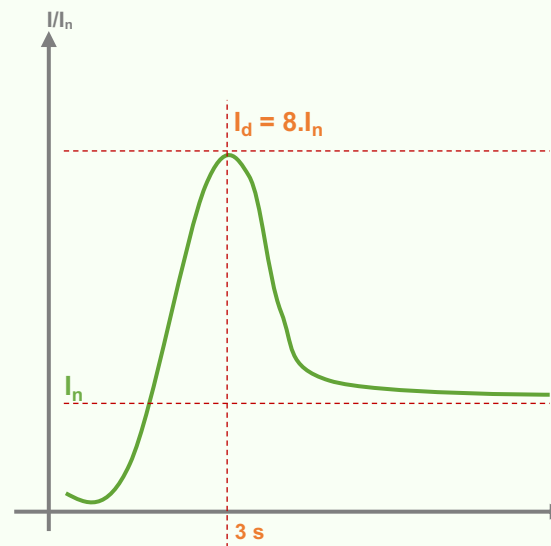
### Sélection de la courbe

#### Contexte :

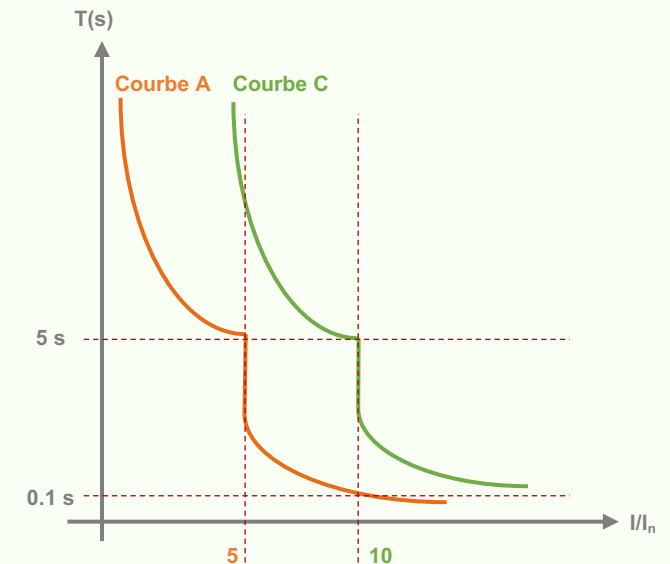
Certains équipements, notamment les moteurs en phase de démarrage, peuvent absorber sur de courtes durées (quelques secondes) des intensités 5 à 10 fois supérieures à l'intensité nominale.

Il faut donc veiller à ce que le disjoncteur ne déclenche pas lors de cette phase qui correspond à une situation normale.

Il existe donc des disjoncteurs qui supportent ce type de surintensités. Le choix se fait par la courbe de déclenchement.



Variation du courant lors du démarrage moteur



Choix du type de disjoncteur (courbe C)

# 3.8 Protections des installations

## Choix des disjoncteurs

### Association de disjoncteurs - Sélectivité

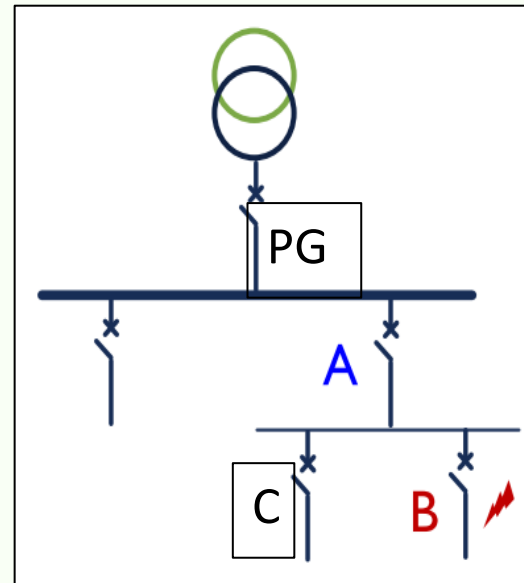
Contexte :

Dans la plupart des installations, les protections sont installées en cascade. Entre le transformateur (source des courants de court-circuit) et l'équipement on peut avoir 2, 3 (voire plus) disjoncteurs successifs.

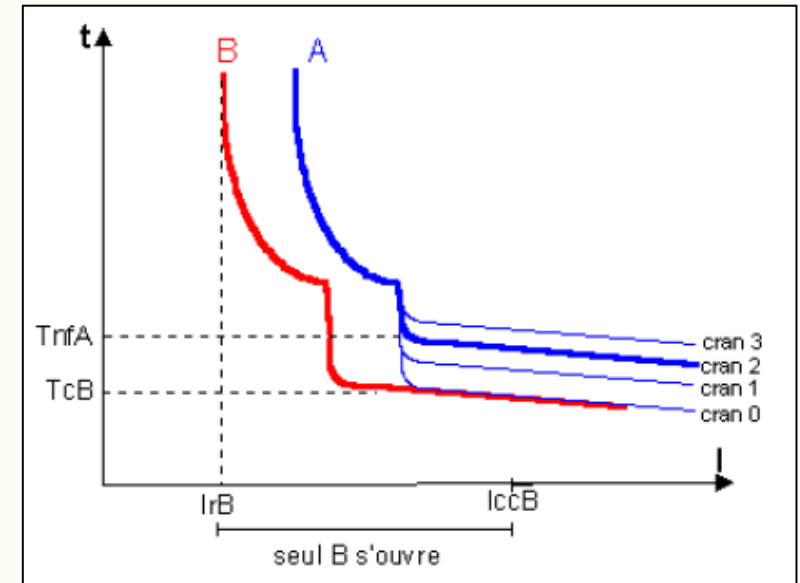
Il faut donc veiller à ce qu'en cas de défaut, seul le disjoncteur situé au plus près du défaut s'ouvre de façon à éviter des coupures de services non concernés par le défaut.

Les fabricants proposent des gammes de disjoncteurs

Il faut également s'assurer que le pouvoir de coupure de B soit suffisant afin de ne pas laisser le défaut remonter sur A



Le défaut en aval de B ne doit pas provoquer l'ouverture du disjoncteur A qui entraînerait une coupure pour C qui n'est pas en défaut



Il existe une plage de valeurs de  $I_{cc}$  dans laquelle seul B s'ouvre. Au-delà d'une valeur seuil les deux disjoncteurs s'ouvrent