

<b>STI2D</b>	<b>Chapitre 3 : l'énergie électrique</b>	
	<b>Partie 2 : protection des matériels électriques</b>	

### Pré-requis :

Maîtrise de l'outil mathématique (manipulations d'équations, fonctions sinusoïdales, trigonométrie)

Connaissance des unités fondamentales, notion de rendement, définition des différentes formes de l'électricité

### Compétences visées :

*Être capable de décrire et de choisir la protection d'un matériel électrique*

## I Les dangers de l'électricité

Nous ne parlerons pas ici des dangers de l'électricité en cas de contact avec un être vivant mais des dangers intrinsèques à l'utilisation de cette énergie. Ces dangers viennent de perturbations qui vont modifier la nature du courant électrique (souvent sa valeur) et dont les conséquences peuvent être importantes (incendies, destruction de matériel, ...)

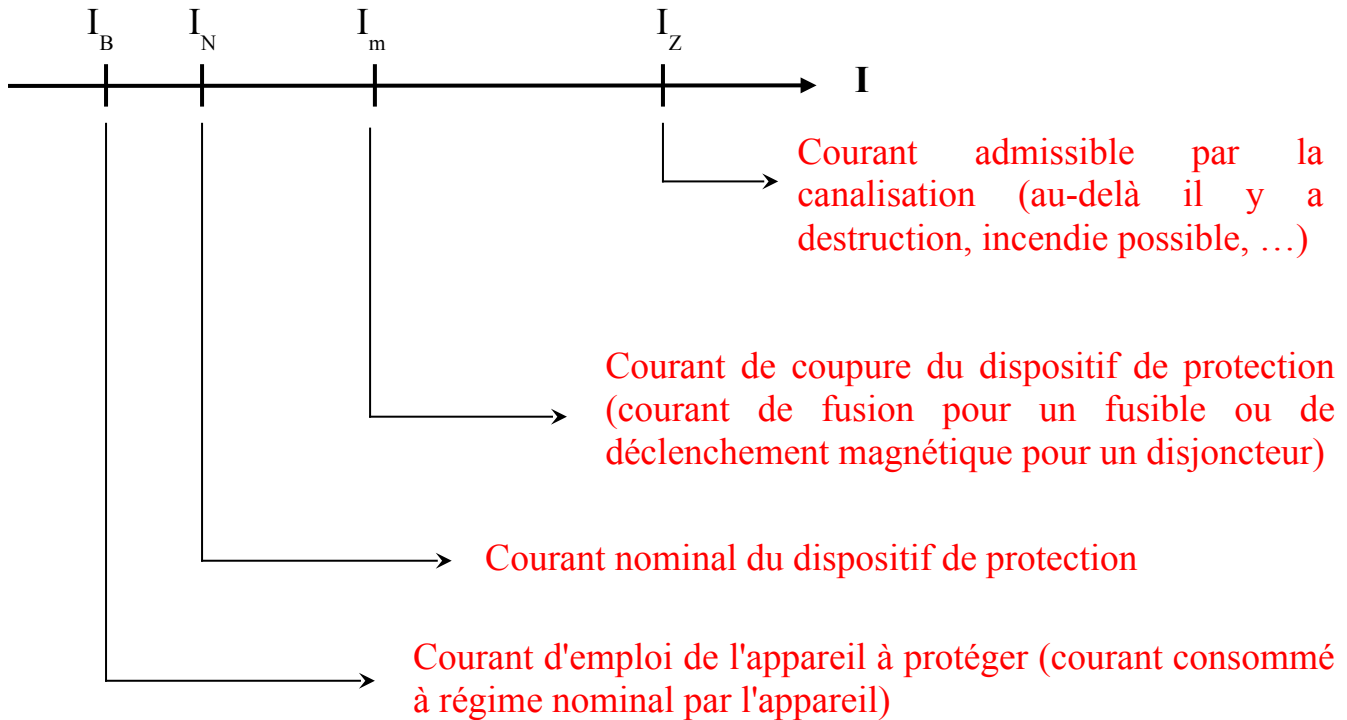
**Qu'est-ce qu'une perturbation** : il s'agit de tout phénomène qui engendre une modification, plus ou moins grande, des valeurs nominales (valeurs « normales ») des grandeurs tension ou courant.

Nature des perturbations	Causes	Effets	Moyens de protections
Les surintensités <i>Les surcharges temporaires</i>	Mise en service d'un élément inductif (bobine, moteur, transformateur).	Peu de risques	Aucun mais les éléments de protections présents doivent être choisis afin de ne pas couper lors de ce genre de surcharge temporaire
Les surintensités <i>Les surcharges prolongées</i>	- Rupture d'une phase d'alimentation d'un moteur. - Moteur en surcharge. - Fonctionnement abusif et simultané de plusieurs appareils électriques.	- Échauffement lent et progressif : • <b>vieillissement des isolants,</b> • <b>Destruction des isolants</b> • <b>Incendies.</b>	- Coupure retardée mais devenant rapide si l'amplitude de la surcharge est importante. - Appareils de protection : - disjoncteur avec déclencheur thermique, - relais thermique. - Relais électronique
Les surintensités <i>Les courts circuits</i>	Coupure et mise en contact de câbles d'alimentation, défaut d'isolement.	Destruction des câbles, voire du matériel. - Incendies. - Risque d'accident corporel par brûlure.	- Coupure instantanée. - Appareils de protection : - disjoncteur avec déclencheur magnétique, - relais magnétique, - fusible.
Les surtensions	- Augmentation brutale de la tension due : - à des contacts accidentels avec la H.T, - à des conditions atmosphériques : coup de foudre.	- Destruction des isolants.	- Coupure instantanée. - Appareils de protection : - relais de surtension, - parafoudre.
Les baisses et manques de tension	- Chute de tension trop importante due à un déséquilibre du réseau.	- Mauvais fonctionnement des récepteurs	- Coupure instantanée. - Appareils de protection : relais à minimum de tension.

On peut donc séparer les surintensités en 2 catégories:

- **Les surcharges** : courant de 10 fois le courant normal ( $I_N$ ) tolérées pendant un temps plus ou moins long puis coupure. Le dispositif de coupure sera appelé « thermique ».
- **Les courts circuits** : courant supérieur à 100 fois le courant normal ( $I_N$ ) nécessitant une coupure très rapide. Le dispositif de coupure sera appelé « magnétique ».

## II Principe de la protection des matériels



### Méthode :

- Etape 1 : calcul du courant d'emploi  $I_B$  de l'appareil à protéger
- Etape 2 : choix du courant nominal  $I_N$  de la protection (avec  $I_N \geq I_B$ ) et choix de l'appareil de protection

## III Calcul du courant d'emploi $I_B$ des différents matériels

### Formule générale :

Puissance absorbée =  $P_{abs} = \sqrt{3} \cdot U \cdot I_B \cdot \cos \rho$

- $\cos \rho$  : Facteur de puissance ( $\rho =$  déphasage entre  $U$  et  $I$ ). Pour un élément résistif,  $\rho=0$  donc  $\cos \rho=1$ .
- $U$  : tension utilisée au niveau de l'appareil
- $\sqrt{3}$  : Coefficient pour le triphasé (en monophasé = 1)

**Rappel:** les constructeurs fournissent comme donnée non pas la puissance absorbée mais la puissance utile. Pour retrouver la puissance absorbée on se sert du rendement:

$$\eta = \frac{P_{\text{utile}}}{P_{\text{absorbée}}}$$

**Remarque:** pour les transformateurs, la puissance donnée est la **puissance apparente**, c'est à dire  $S=UI$  en monophasé et  $S=\sqrt{3} UI$  en triphasé.

## IV Les différents appareils de protection

### 4.1 Les fusibles

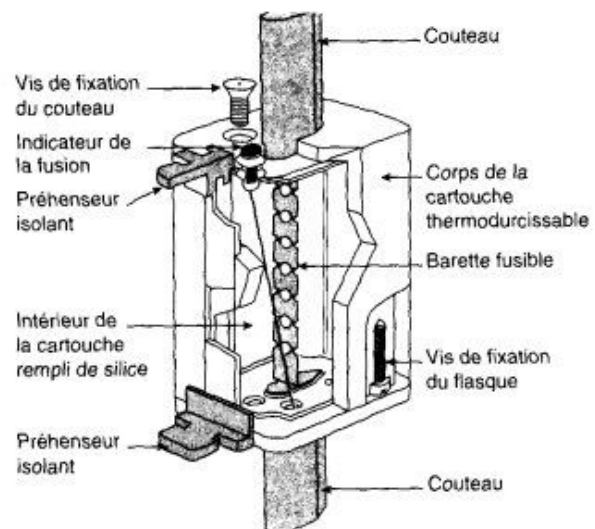
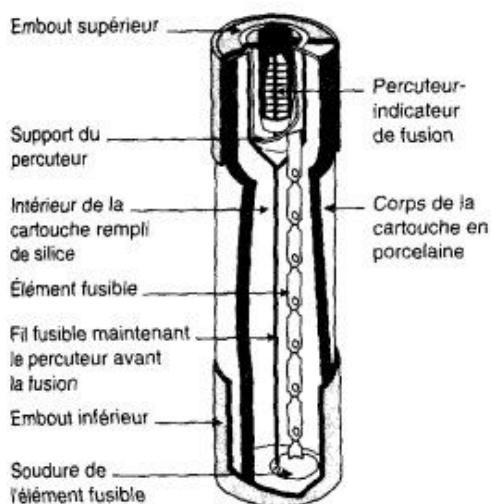
*Symboles :*



Barrette de neutre: à mettre à la place du fusible sur le conducteur Neutre

*Caractéristiques d'un fusible:*

- $I_N$ : courant nominal de fonctionnement (trouvé à partir de  $I_B$  avec  $I_N \geq I_B$ )
- $U_N$ : tension nominale de fonctionnement
- Type de fusible: aM ou gG (ou gI)
- Pouvoir de coupure : quantité de courant maximum que le fusible peut couper
- Taille du fusible

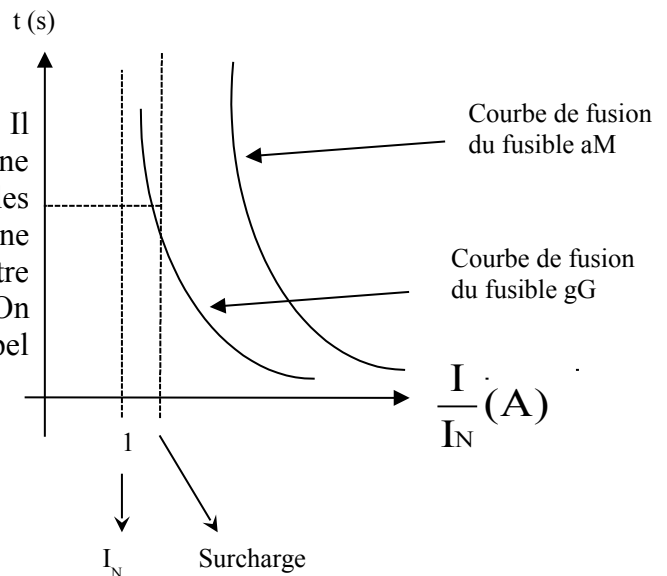


Intérieur d'une cartouche à fusible cylindrique et cartouche à couteau (d'après Legrand).

## La différence entre un aM et un gG :

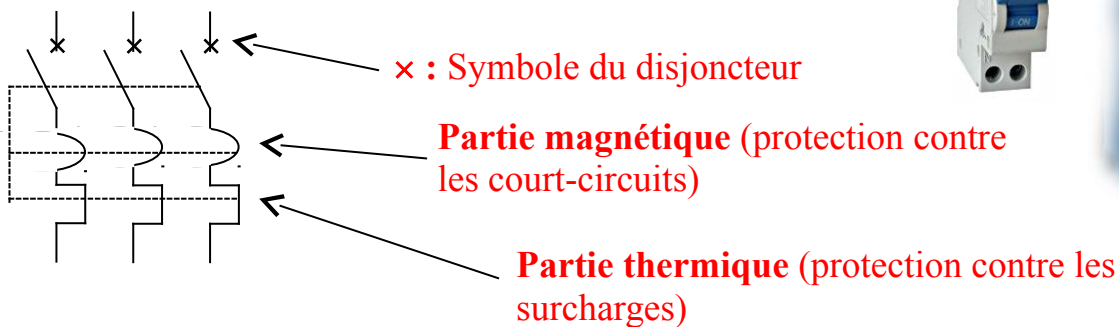
Le fusible de type gG (ou gI) protège à la fois contre les surcharges et les court-circuits. Il joue donc le rôle de la protection thermique et de la protection magnétique.

Le fusible de type aM (dit « accompagnement moteur ») ne protège lui que contre les court-circuits. Il joue donc le rôle de la protection magnétique. Il ne craint pas les surcharges passagères (autorise donc les courants d'appel à la mise sous tension). Mais il ne protège pas des surcharges ! (il nécessite donc un autre appareillage pour assurer la fonction "thermique"). On va l'utiliser pour tout matériel ayant un courant d'appel (bobine, moteur, transformateur, ...)



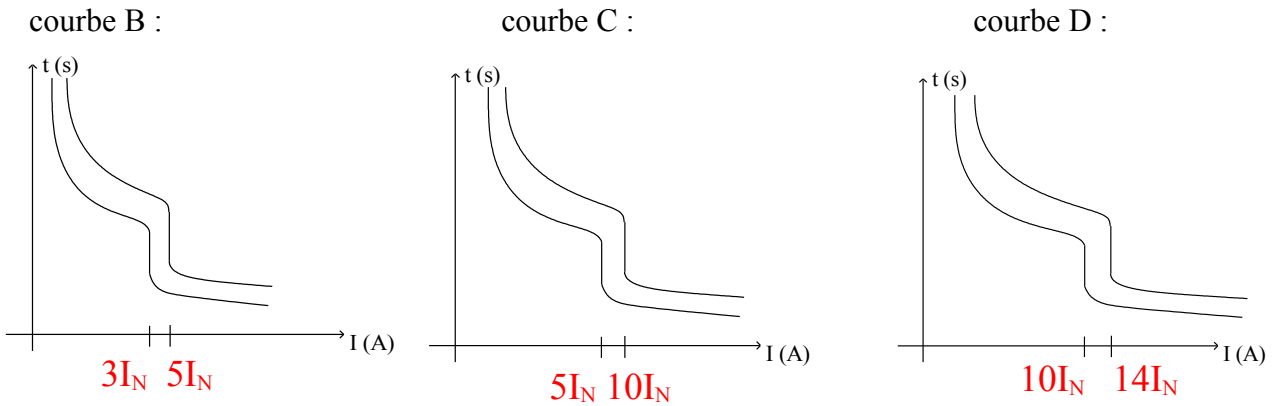
## 4.2 : Le disjoncteur magnéto-thermique

**Symbole** (ici disjoncteur magnéto-thermique triphasé):



### Choix d'un disjoncteur:

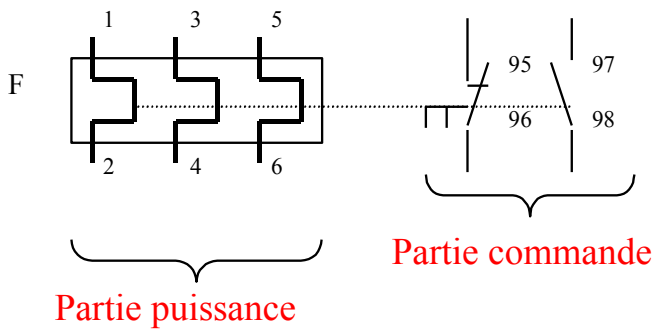
- $I_N$ : **courant nominal de fonctionnement** (trouvé à partir de  $I_B$  avec  $I_N \geq I_B$ )
- $U_N$ : tension nominale de fonctionnement
- **Pouvoir de coupure** (doit être supérieur au courant de court-circuit)
- **Nombre de pôle de coupure**: monophasé, uni, uni + neutre, bipolaire (2 phases), triphasé (tripolaire) ou triphasé + neutre (tétra polaire)
- **Type de courbe du disjoncteur** : le type de courbe va dépendre du récepteur protégé (du courant d'appel à la mise sous tension) et il définit les bornes de coupure de la partie **magnétique** du disjoncteur. Exemple des courbes les plus courantes :



Par exemple, pour un disjoncteur 2A de courbe B, la zone de coupure magnétique se trouve entre 6A ( $3 \cdot I_N$ ) et 10A (mais on ne sait pas où exactement). Ce qu'on sait c'est qu'il coupe quand le courant dépasse 10A et qu'il ne coupe pas quand le courant est inférieur à 6A.

### 4.3 : le relais thermique

**Symbole:**

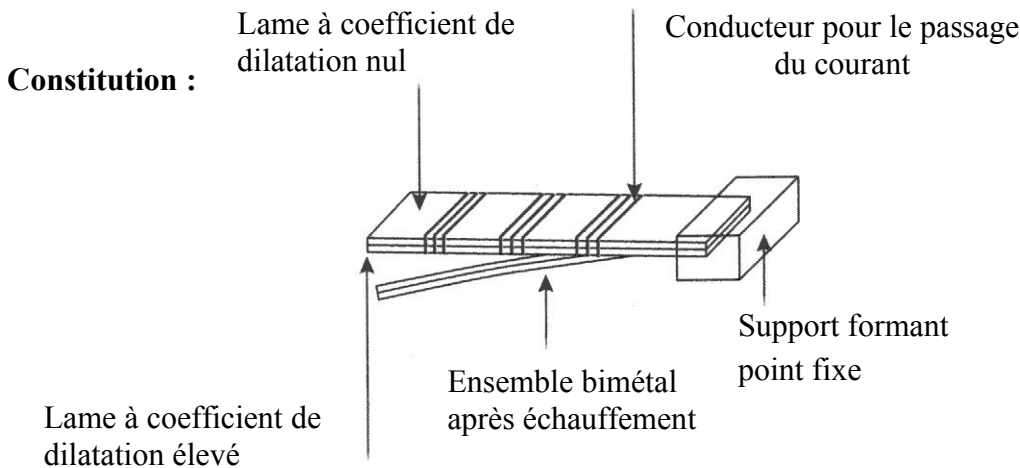


Exemples de relais thermique:



**Rôle :** le relais thermique a pour but d'assurer la protection contre les surcharges.

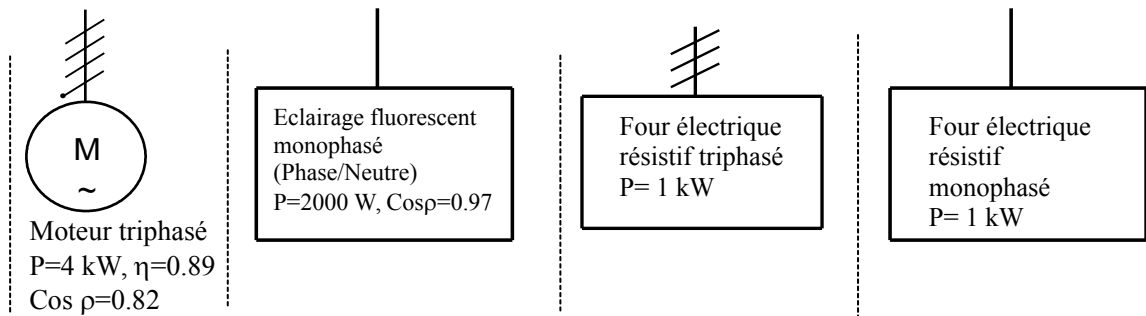
**Fonctionnement :** le relais thermique est constitué d'un bilame métallique (deux lames à coefficient de température différent). Le passage du courant, s'il est supérieur à la valeur de réglage du relais, provoque l'échauffement et la déformation du bilame. Un contact électrique associé à ce bilame, déclenche le circuit de commande.



## V Exercices

### Exercice N°1 : calcul du courant d'emploi $I_B$ (courant normal de fonctionnement à pleine charge)

Le réseau est du type triphasé  $3 \times 400V + N$  (ici schéma unifilaire).



Nous disposons des 4 élément ci-dessus. Pour chaque élément donner :

- le type de distribution (monophasé ou triphasé)
- la tension présente sur l'élément
- la puissance utile de cet élément
- la puissance absorbée par cet élément
- calculer le courant d'emploi ( $I_B$ )

### Exercice N°2 : choix d'un fusible (taille : $10 \times 38$ , pas de voyant)

#### Cartouches industrielles cylindriques Cartouches industrielles cylindriques

type gG

Sans voyant		Avec voyant		Calibre (A)	Tension $\sim$ (V)	Pouvoir de coupure (A)
0 133 94		0 134 02				
0 133 01		0 134 04		1	500	100000
0 133 02		0 134 06		2	500	100000
0 133 04		0 134 08		4	500	100000
0 133 06		0 134 10		6	500	100000
0 133 08		0 134 12		8	500	100000
0 133 10		0 134 16		10	500	100000
0 133 12		0 134 20		12	500	100000
0 133 16		0 134 25		16	500	100000
0 133 20				20	500	100000
0 133 25				25	500	100000

type aM

Sans voyant		Calibre (A)	Tension $\sim$ (V)	Pouvoir de coupure (A)
0 130 92				
0 130 95		0,5	500	100000
0 130 01		1	500	100000
0 130 02		2	500	100000
0 130 04		4	500	100000
0 130 06		6	500	100000
0 130 08		8	500	100000
0 130 10		10	500	100000
0 130 12		12	500	100000
0 130 16		16	500	100000
0 130 20		20	400	100000

- Soit un moteur triphasé (1500W,  $U=400V$ ,  $\cos \rho=0,7$ ,  $\eta=0,86$ )
  - Calculer son courant d'emploi  $I_B$ .
  - Quel type de fusible doit-on prendre (aM ou gG) ?
  - Donner sa référence
- Soit un four traditionnel (résistif, 2000W, monophasé,  $U=230V$ )
  - Calculer son courant d'emploi  $I_B$ .
  - Quel type de fusible doit-on prendre (aM ou gG) ?
  - Donner sa référence (documentation à la fin de ce cours).

### Exercice N°3: action d'un disjoncteur par rapport à un courant de surcharge

Nous disposons d'un disjoncteur magnétothermique de calibre 10A et de courbe C. Dites ce qui se passe lorsque circule les courants suivants : **5A, 10A, 22A, 65A et 107A**