

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
وزارة التعليم العالي و البحث العلمي

Université Batna 2
Mustapha Ben Boulaïd
Faculté de Technologie



جامعة باتنة 2
مصطفى بن بولعيد
كلية التكنولوجيا

Départements : Electrotechnique & Electromécanique

Filières : Electrotechnique & Electromécanique

SUPPORT DE COURS

Module : Schémas et Appareillage

ELT521 & ELM59

CHAPITRE 02

APPAREILLAGE DE CONNEXION, DE COMMANDE ET DE PROTECTION

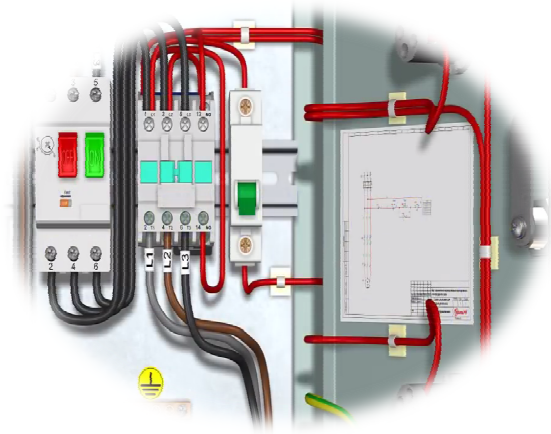
✓ *Chargés de cours :* - BOUBIR Messaoud - MELLAS Abdessemed

✓ *Chargés des T.P. :* - BOUBIR Messaoud - MELLAS Abdessemed - MEDERHARHET Yassina

Préparé par : Pr. DRID Said et Réorganisé par : Mr. BOUBIR Messaoud

Année Universitaire : 2023- 2024

APPARIELLAGE DE CONNEXION, DE COMMANDE ET DE PROTECTION



1. SECTIONNEUR

1.1 Fonction : séparation entre la partie amont sous tension et la partie aval d'un circuit.

1.2 Réalisation : sectionnement du circuit A VIDE par coupure de tous les conducteurs de phase et du conducteur de neutre s'il existe (mais PAS du conducteur de protection prise de terre PE).

NB: un sectionneur n'étant pas prévu pour couper un circuit en charge, son pouvoir de coupure ou de fermeture est très faible. **NE JAMAIS ACTIONNER UN SECTIONNEUR EN CHARGE.**

1.3 Fonctionnalités supplémentaires :

- Le sectionnement est *visible*, par observation des contacts ou du levier de commande.
- Verrouillage possible par un cadenas en position ouvert pour *consignation*.
- Un ou plusieurs contact(s) auxiliaire(s) permettent de couper le circuit de commande qui est associé au circuit principal d'un équipement. Par construction du sectionneur, l'ouverture de ce contact s'effectue **avant** l'ouverture des contacts principaux. L'ouverture du circuit de commande de l'équipement entraînant l'ouverture de son circuit de puissance, celui-ci n'est donc jamais ouvert en charge. Inversement, à la mise sous tension, le contact auxiliaire est fermé **après** la fermeture des contacts principaux.

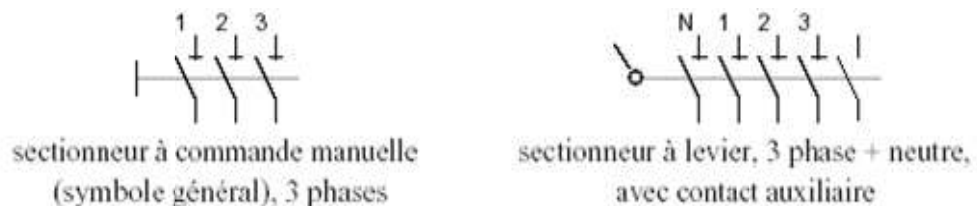


Fig.1 : Symboles des sectionneurs

2. SECTIONNEUR PORTE-FUSIBLE

2.1 Fonction : séparation et protection

2.2 Réalisation : adjonction de *fusibles* sur les pôles du sectionneur (conducteurs de phase, mais non du neutre).



Fig.2 : Sectionneurs porte-fusibles

3. INTERRUPTEUR-SECTIONNEUR

3.1 **Fonction** : interruption, c'est-à-dire ouverture / fermeture manuelle du circuit EN CHARGE et séparation.

Exemples d'

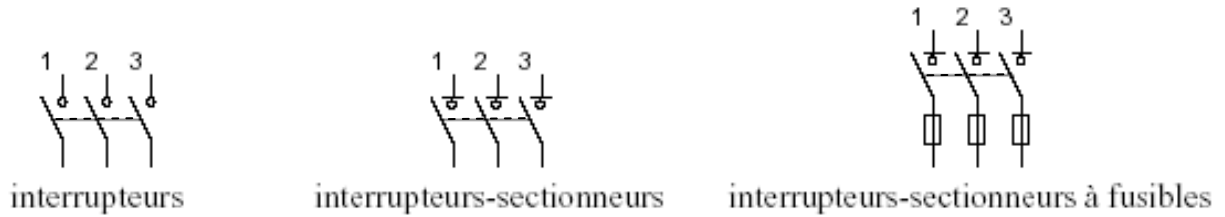


Fig.3 : Symboles des interrupteurs sectionneurs



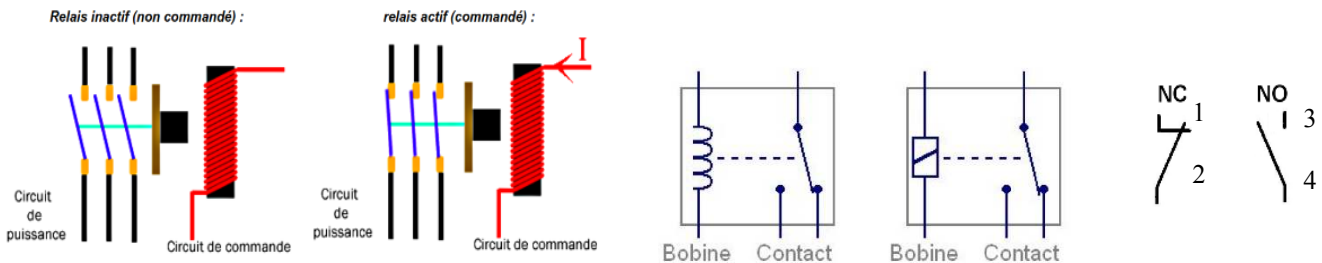
sectionneur tripolaire 690V 25A, ref Schneider LS1-D25



interrupteur-sectionneur porte-fusibles tétrapolaire 750V 125 A avec levier de commande, ref Schneider GS1-K4

4. RELAIS ET CONTACTEUR

4.1. Relais électromécanique



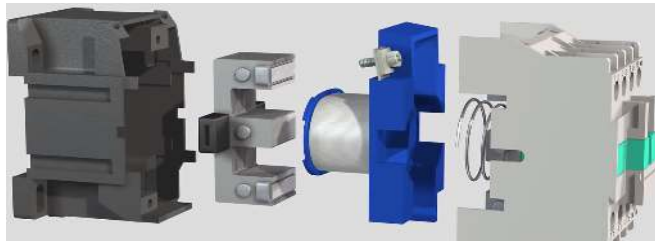
4.2. Contacteur

Fonction : commutation (ouverture/fermeture d'un circuit en charge commandée à distance).

4.2.1. **Réalisation** : commande à relais électromagnétique. Le circuit de commande est isolé du circuit de puissance.

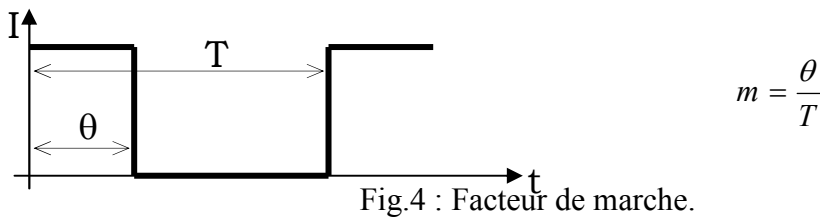
4.2.2. **Paramètres caractéristiques** (norme IEC 947, extrait) :

- a- Température ambiante : $-5^{\circ}\text{C}/+ 55^{\circ}\text{C}$ (valeurs typiques)
- b- Courant thermique conventionnel (I_{th}) : valeur du courant qu'un contacteur en position fermée peut supporter pendant 8 heures sans que l'échauffement de la bobine ne dépasse 90°C . NB : $I_{th} > I_e$.
- c- Caractéristiques électriques assignées: valeurs nominales d'emploi du courant (I_e), de la tension (U_e , entre phases en triphasé), de la puissance. Dépendent du facteur de marche et de la catégorie d'emploi.
- d- Impédance des pôles : $Z = R \text{ résiduelle} + j\omega L \text{ résiduelle d'un pôle à } 50 \text{ Hz pour } I_e$.



4.2.3. Critères de choix d'un contacteur :

* **Facteur de marche** : rapport m entre la durée θ de passage du courant pendant un cycle de manœuvre et la durée T de ce cycle (m : rapport cyclique)



* **Fiabilité, ou durabilité électrique** : nombre moyen de cycles de manœuvre en charge que les pôles sont susceptibles d'effectuer sans entretien.

* **Schémas** :

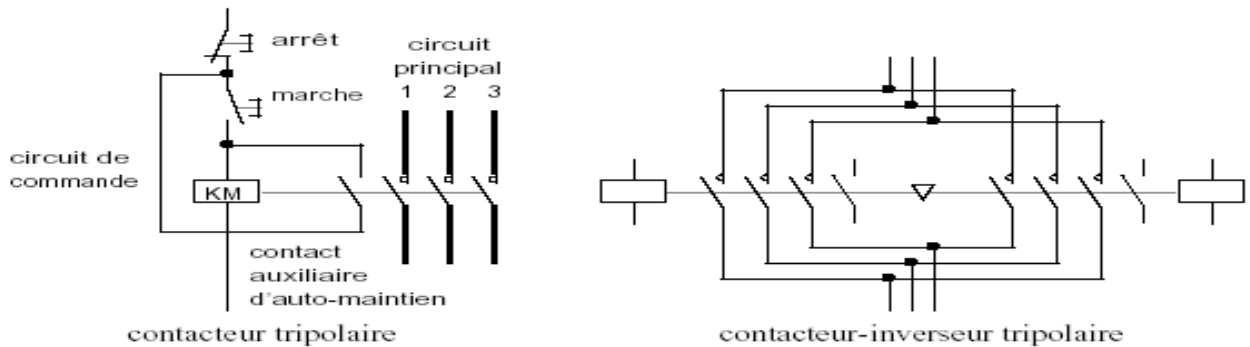


Fig.5 : symbole d'un contacteur et schémas

* **Catégorie d'emploi** : elle dépend du type de moteur et du service désiré. Tableau :

Catégorie	Description	Fermeture / Ouverture	Exemples	
Alt.	AC1	tout récepteur tel que : $\cos \phi \geq 0,95$		Chauffage, éclairage, distribution
	AC2	Commutation en régime sévère des moteurs asynchrones à bagues		Coupure en cours de démarrage, inversion rapide de marche, marche par à-coups, freinage en contre-courant
	AC3	Commutation des moteurs asynchrones à cage dont la coupure s'effectue moteur lancé		Tous moteurs à cage courants: pompe, compresseur, malaxeur, climatiseur, bande transporteuse, élévateur
	AC4	Commutation en régime sévère des moteurs asynchrones à cage		Coupure en cours de démarrage, inversion rapide de marche, marche par à-coups, freinage en contre-courant
Cont.	DC1	tout récepteur tel que : $\tau = L/R \geq 1 \text{ ms}$	comme AC1	Charges résistives ou peu inductives
	DC3	Commutation en régime sévère des moteurs shunt $\tau = L/R \leq 2 \text{ ms}$	comme AC2	Démarrage, inversion rapide, marche par à-coups, freinage en contre-courant
	DC5	Commutation en régime sévère des moteurs série $\tau = L/R \leq 7,5 \text{ ms}$	comme AC2	Démarrage, inversion rapide, marche par à-coups, freinage en contre-courant

Tab.1 Catégories des contacteurs

* Exemples :

a. Contacteur tripolaire (ref. Schneider LC1-K0610)



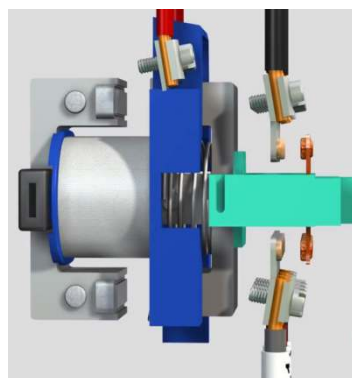
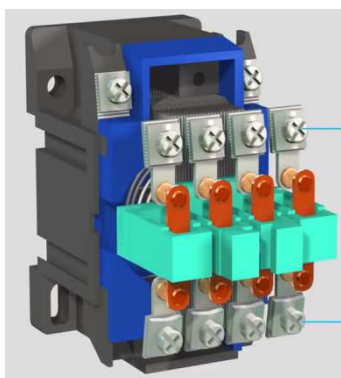
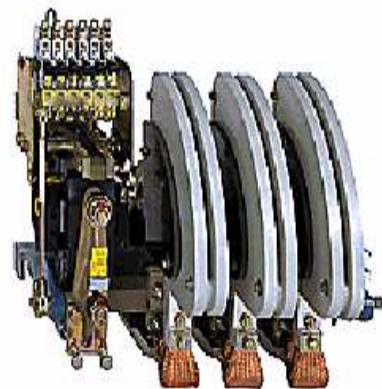
- Circuit de commande en courant alternatif
- Température ambiante : -25...+50°C
- Durabilité : 10 millions de cycles
- Cadence maximale de fonctionnement : 3600 cycles par heure
- Courant thermique conventionnel : 20 A
- Tension assignée d'emploi : 690 V
-

AC-1	courant assigné d'emploi maxi (A)	m		
		90%	60%	30%
	nb cycles /h : 300	13	15	18
	120	15	18	19
	30	19	20	20

AC-3	puissance assignée d'emploi Pe : 3 kW	% de Pe	
		nb cycles /h : 1200	50
	900	75	
	600	100	

b. Contacteur tripolaire (ref. Schneider LC1BL33) Cas des fortes intensités :

- Circuit de commande en courant alternatif
- Température ambiante : ≤40°C
- Tension assignée d'emploi : 1000 V
- AC-1 : courant assigné d'emploi : 800 A
- AC-3 : courant assigné d'emploi : 750 A (≤ 440 V)
- puissance d'emploi : 450 kW (≤ 440 V)
- cadence max. de fonct : 120 cycles / heure
- durabilité : 1 millions cycles
- AC-4 : courant coupé maximal : 4320 A (≤ 440 V)
- puissance d'emploi maxi : 160 kW (≤ 440 V)
- durabilité maxi : 0,6 millions cycles



LA PROTECTION DES MATÉRIELS ET DU PERSONNEL

OBJECTIFS DU COURS :

- Connaître le principe de fonctionnement des dispositifs de protection des matériels (relais thermique, fusible, disjoncteur magnétothermique).
- Savoir décoder un document constructeur afin de relever les principales caractéristiques d'un dispositif de protection des matériels
- Connaître l'objectif de la sélectivité des protections.
- **Nature des perturbations**

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 :

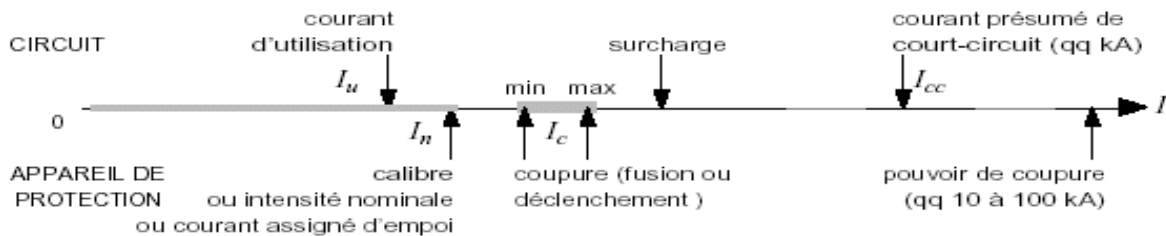
- ☞ les surintensités :
 - les surcharges,
 - les courts circuits,
- ☞ les surtensions,
- ☞ les baisses et manques de tension.

Remarques :

- ✓ 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.

5. APPAREILLAGE DE PROTECTION

5.1 Généralités



Déclenchement des appareils de protection en cas de surintensité

* **Fonctionnement normal** : courant d'utilisation \leq calibre de l'appareil de protection.

* **Surintensité passagère** : démarrage moteur, connexion transformateur, etc. Pas de coupure.

* **Surintensité anormale** :

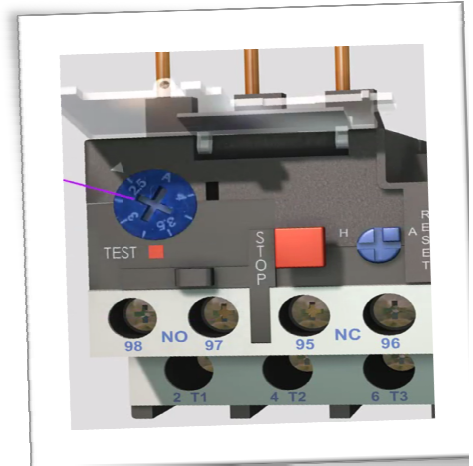
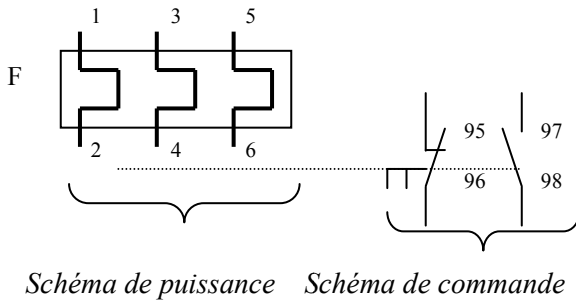
- a. Surcharge : échauffement thermique, puissance demandée excessive... Coupure après un certain délais.
- b. Court-circuit. Coupure immédiate.

* **Coupure** : le fonctionnement de l'appareil de protection est assuré pour un courant donné dans un certain intervalle, qui correspond à une plage de réglage dans le cas d'un disjoncteur ou à une zone de fonctionnement indéterminé dans le cas d'un fusible.

* **Pouvoir de coupure** : *courant maximal qu'un dispositif de protection peut couper (exprimé en kA)*

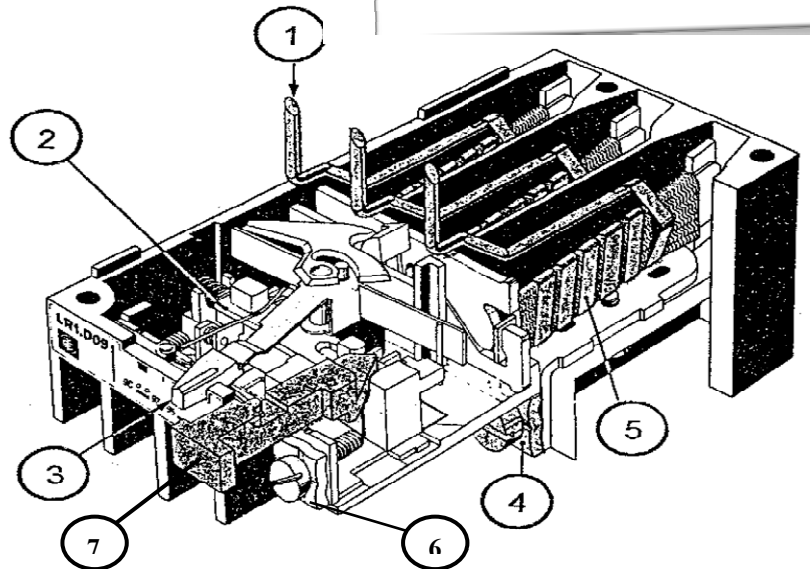
5.2. La protection contre les surcharges : le relais thermique

2.1. Symbole



2.2. Constitution

①	Arrivé du courant
②	Système de déclenchement
③	Réglage du calibre de déclenchement
④	Départ courant
⑤	Elément bimétallique
⑥	Contact auxiliaire
⑦	Bouton de réarmement



2.3. Principe de fonctionnement

Il est constitué d'un bilame métallique composé de 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 (contact NF) associé à ce bilame, déclenche le circuit de commande.

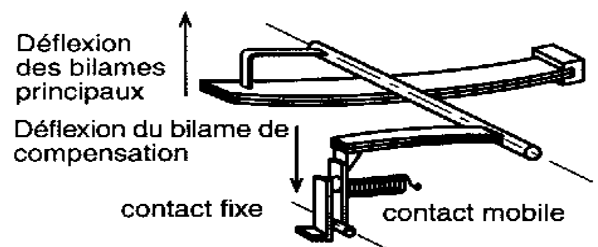
Le relais thermique est généralement : ☞ différentiel, et / ou ☞ compensé.

☺ Principe du dispositif différentiel

En cas de coupure de phase ou de déséquilibre sur les trois phases d'alimentation d'un moteur, le dispositif dit différentiel agit sur le système de déclenchement du relais thermique.

☺ Principe de la compensation en température

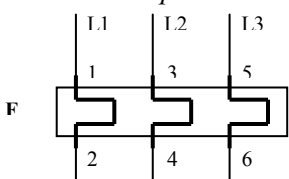
Afin d'éviter un déclenchement intempestif dû aux variations de la température ambiante, un bilame de compensation est monté sur le système principal du déclenchement. Cette bilame de compensation se déforme dans le sens opposé à celui des bilames principaux.



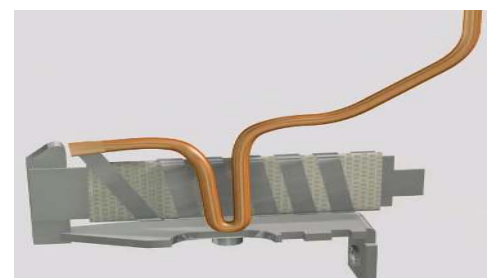
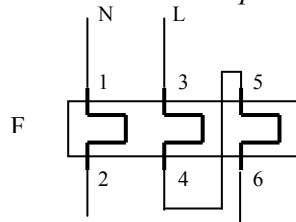
Principe de la compensation de la température ambiante

2.4. Montages du relais thermique

• En réseau triphasé



• En réseau monophasé



2.5. Classes de déclenchement

Il existe quatre classes de relais thermique : 10 A , 10 , 20 , 30.

Ces classes sont fonctions du temps de déclenchement à partir de l'état froid (pas de passage préalable de courant)

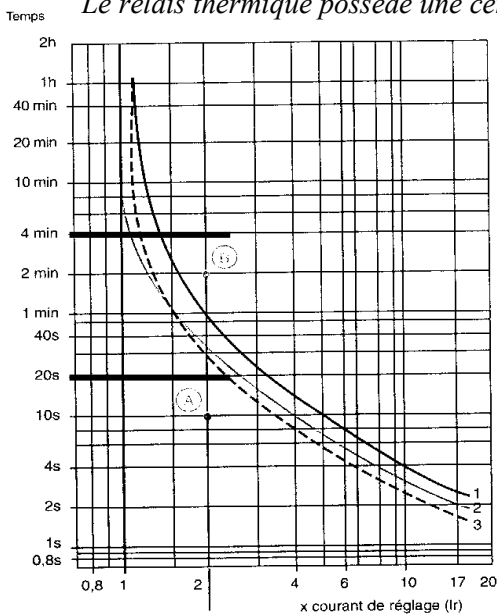
	1,05 Ir	1,2 Ir	1,5 Ir	7,2 Ir
Classe	Temps de déclenchement à partir de l'état froid			
10A	> 2 h	< 2 h	< 2 min	2 s ≤ tp ≤ 10 s
10	> 2 h	< 2 h	< 4 min	2 s ≤ tp ≤ 10 s
20	> 2 h	< 2 h	< 8 min	2 s ≤ tp ≤ 20 s
30	> 2 h	< 2 h	< 12 min	2 s ≤ tp ≤ 30 s

Ir : courant de réglage du relais thermique.

Tableau des classes de déclenchement

2.6. Exemple de déclenchement en fonction du courant et du temps de surcharge

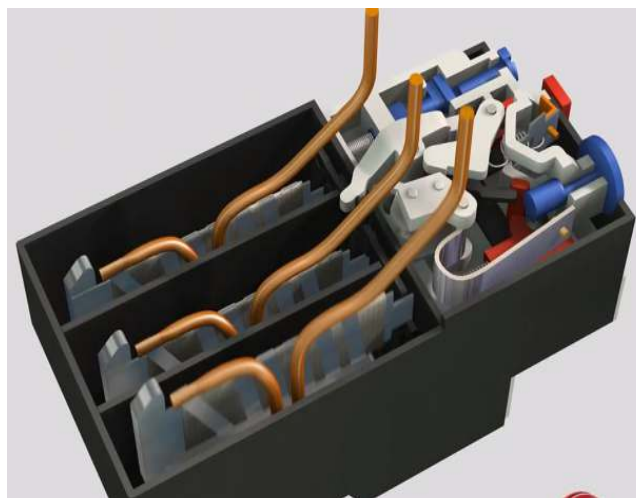
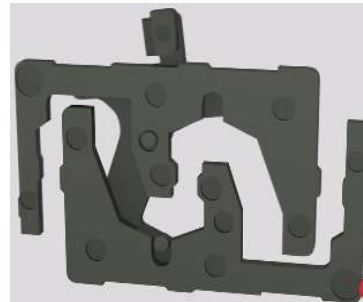
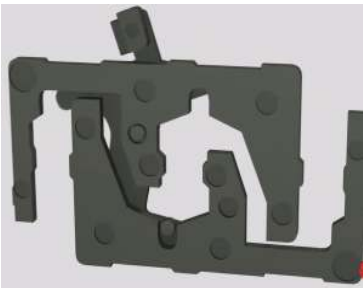
Le relais thermique possède une certaine plage de réglage de son intensité de déclenchement Ir.



- 1 ——— Fonctionnement équilibré, 3 phases sans passage préalable du courant (fonctionnement à froid)
- 2 - - - - - Fonctionnement sur les 2 phases, sans passage préalable du courant (fonctionnement à froid)
- 3 - - - - - Fonctionnement équilibré, 3 phases après passage prolongé du courant de réglage. (fonctionnement à chaud).

On règle toujours le relais à la valeur nominale du courant absorbé par le récepteur qu'il protège $I_r = I_n$.

Courbes de déclenchement d'un relais thermique Classe 10 A



Exercice : Un récepteur (moteur) absorbe un courant nominal de 20 A. Une surcharge apparaît. On mesure un courant de surcharge de 40 A.

☞ 1^{er} cas : pour une durée de surcharge de 20 s, est-ce que le relais thermique déclenche ?

Réponse :

On a : $I_r = I_n = 20 A$

$$\frac{I_{sur}}{I_r} = \frac{40}{20} = 2$$

Et de plus, la durée de surcharge est de 20 s

Conclusion : (d'après la courbe) le relais thermique ne déclenche pas.

☞ 2^{ème} cas : pour une durée de surcharge de 4 min, est-ce que le relais thermique déclenche ?

Réponse :

On a : $I_r = I_n = 20 A \Rightarrow$

$$\frac{I_{sur}}{I_r} = \frac{40}{20} = 2$$

et de plus, la durée de surcharge est de 4 min

Conclusion : (d'après la courbe) le relais thermique déclenche.

Il déclenche au bout de :

- 30 s à chaud,
- 33 s sur 2 phases,
- 1 min à froid.

Document constructeur
TELEMECANIQUE

Zone de réglage du relais	Fusibles à associer			Pour montage sous contacteur LC1, LP1	Référence	Masse
	aM	gl-gL	BS88			
A	A	A	A			kg
0,10 - 0,16	0,25	2	-	D09-D32	LR2 D13 01	0,165
0,16 - 0,25	0,5	2	-	D09-D32	LR2 D13 02	0,165
0,25 - 0,40	1	2	-	D09-D32	LR2 D13 03	0,165
0,40 - 0,63	1	2	-	D09-D32	LR2 D13 04	0,165
0,63 - 1	2	4	-	D09-D32	LR2 D13 05	0,165
1 - 1,6	2	4	6	D09-D32	LR2 D13 06	0,165
1,25 - 2	4	6	6	D09-D32	LR2 D13 X6	0,165
1,6 - 2,5	4	6	10	D09-D32	LR2 D13 07	0,165
2,5 - 4	6	10	16	D09-D32	LR2 D13 08	0,165
4 - 6	8	16	16	D09-D32	LR2 D13 10	0,165
5,5 - 8	12	20	20	D09-D32	LR2 D13 12	0,165
7 - 10	12	20	20	D09-D32	LR2 D13 14	0,165
9 - 13	16	25	25	D12-D32	LR2 D13 16	0,165
12 - 18	20	35	32	D18-D32	LR2 D13 21	0,165
17 - 25	25	50	50	D25-D32	LR2 D13 22	0,165
23 - 32	40	63	63	D25-D32	LR2 D23 53	0,320
28 - 36	40	80	80	D32	LR2 D23 55	0,320
17 - 25	25	50	50	D40-D95	LR2 D33 22	0,510
23 - 32	40	63	63	D40-D95	LR2 D33 53	0,510
30 - 40	40	100	80	D40-D95	LR2 D33 55	0,510
37 - 50	63	100	100	D50-D95	LR2 D33 57	0,510
48 - 65	63	100	100	D50-D95	LR2 D33 59	0,510
55 - 70	80	125	125	D65-D95	LR2 D33 61	0,510
63 - 80	80	125	125	D80-D95	LR2 D33 63	0,510
80 - 93	100	160	160	D95	LR2 D33 65	0,510

2.7. Choix d'un relais thermique

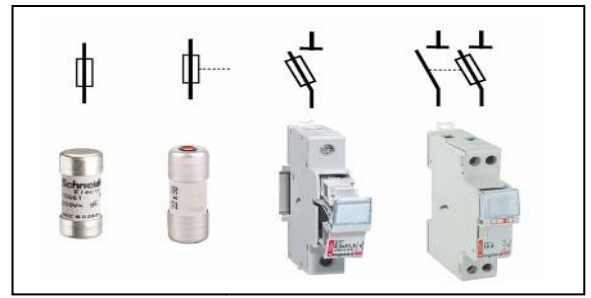
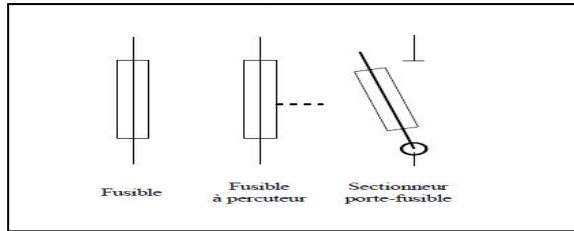
Exercice :

Un récepteur (moteur) absorbe un courant nominal de 27A. Donnez la référence du relais thermique choisi.

Réponse :

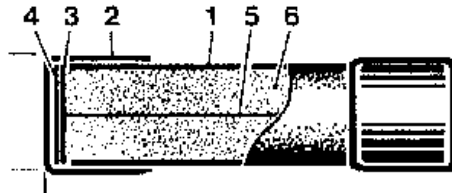
On a : $I_n = 27 A$, alors Réf. : LR2 D23 53.

5.3. La protection contre les courts circuits : le fusible



3.1. Symbole F

3.2. Constitution



①	Tube
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 fusible
⑥	Sable (silice)

3.3. Principe de fonctionnement

Le fusible est constitué d'une lame fusible dans une enveloppe fermée. Cette lame fusible fond si le courant qui la traverse dépasse la valeur assignée.

L'enveloppe quant à elle, contient du sable (silice) afin de permettre une coupure franche en évitant ainsi le maintien du passage de courant à travers l'arc électrique.

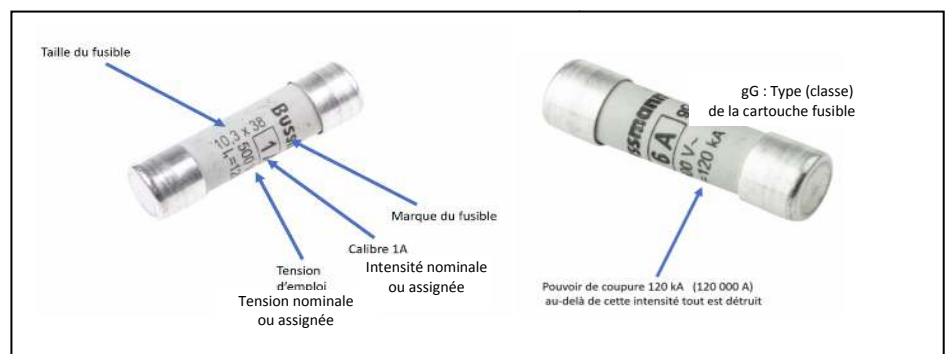
3.4. Présentation du fusible

Il existe deux types de cartouche fusible :

- cartouche cylindrique (sans percuteur, avec percuteur),
- cartouche à couteaux.

3.4.1. Cartouche cylindrique

Ils sont utilisés dans le domaine domestique ou le domaine industriel (selon leur taille).



3.4.2. Cartouche à couteaux

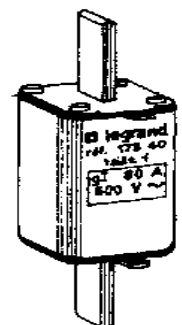
On utilise ces cartouches dans le milieu industriel.

Remarque : il existe des cartouches fusibles à percuteur

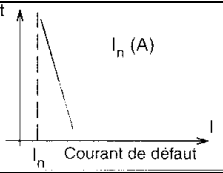
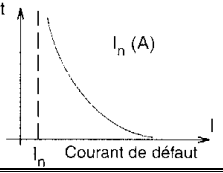
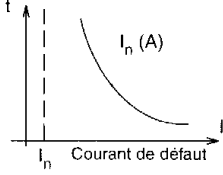
Afin d'avoir une information visuelle de l'état de fusion de la cartouche fusible.

3.5. Classification des cartouches fusibles

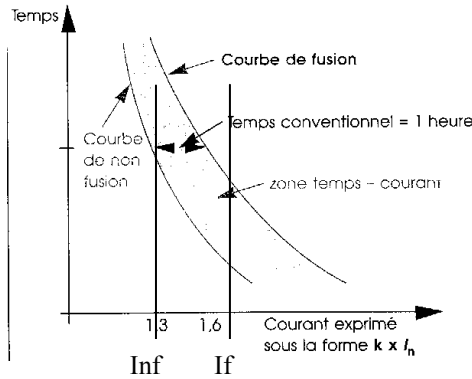
Suivant leur utilisation, trois classes de fusibles peuvent s'employer :



1 - les cartouches fusibles très rapides, 2- les cartouches fusibles standards, 3- les cartouches fusibles lents.

Type	Courbe de fusion	Utilisation
Très rapide (prosistor)		Utilisé pour les protections des semi-conducteurs.
Standard Type gF et gG (écriture en noire)		gF : Utilisation Domestique gG : Utilisation Industrielle usage général.
Lent Type aM (écriture en verte)		Utilisé pour les forts courants transitoires : - démarrage des moteurs, - primaire des transformateurs.

3.6. Caractéristique temps-courant



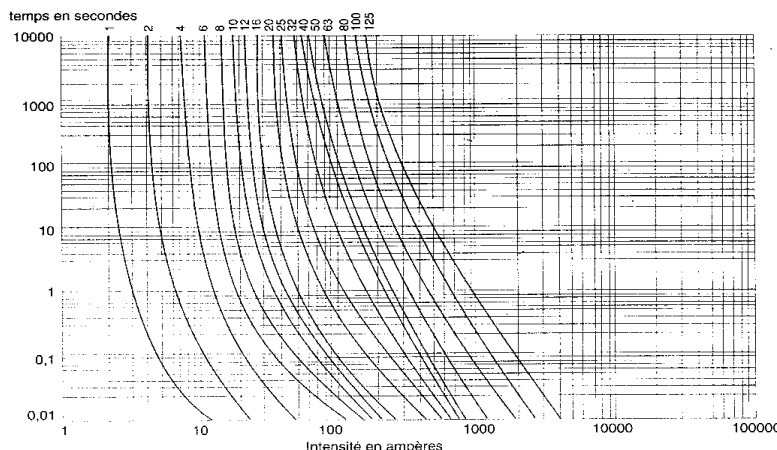
avec : I_{nf} : intensité de non fusion,
 I_f : intensité de fusion.

3.6.2. Exemple de caractéristiques des cartouches fusibles de type gG

Calibres	I_{nf} intensité de non- fusion	I_f intensité de fusion	t = temps conven- tionnel
$I_n \leq 4 \text{ A}$	$1,5 I_n$	$2,1 I_n$	1 h
$4 < I_n \leq 10$	$1,5 I_n$	$1,9 I_n$	1 h
$10 < I_n \leq 25$	$1,4 I_n$	$1,75 I_n$	1 h
$25 < I_n \leq 63$	$1,3 I_n$	$1,6 I_n$	1 h
$63 < I_n \leq 100$	$1,3 I_n$	$1,6 I_n$	2 h
$100 < I_n \leq 160$	$1,2 I_n$	$1,6 I_n$	2 h
$160 < I_n \leq 400$	$1,2 I_n$	$1,6 I_n$	3 h
$400 < I_n$	$1,2 I_n$	$1,6 I_n$	4 h

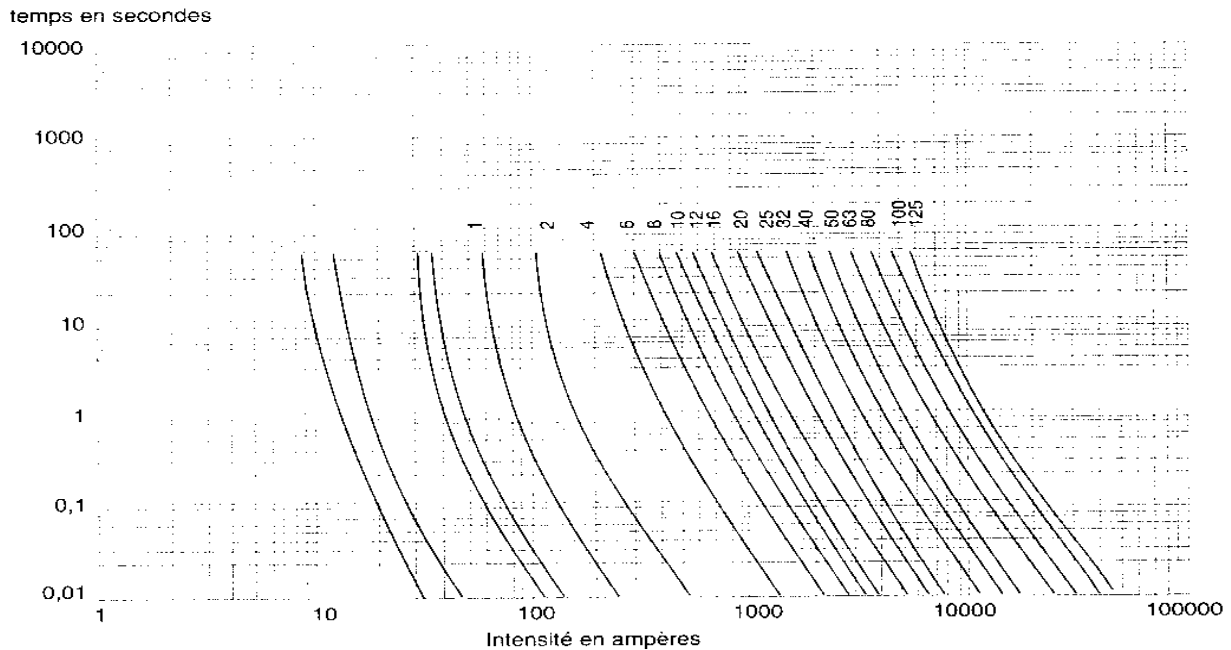
3.7. Courbes de fusion

3.7.1. Cartouche cylindrique de type gG



Remarque : un fusible de calibre 10 A commence à fondre à partir de 18 A au bout de 10 000 s.

3.7.2. Cartouche cylindrique de type aM



Remarque : un fusible de calibre 10 A commence à fondre à partir de 480 A au bout de 60 s.

3.8. 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 .

3.9. Caractéristiques du fusible :

* Tension nominale : 250, 400, 500 ou 600V pour la basse tension.

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.

* 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.

* Courant de court circuit présumé : c'est l'intensité efficace qui s'établirait en cas de court-circuit en l'absence de toute protection. Sa valeur de crête et d'autant plus élevée que le $\cos(\phi)$ de l'installation est faible.

* Durée de coupure : c'est le temps qui s'écroule entre le moment où commence à circuler un courant suffisant pour provoquer la fusion et la fin de la fusion.

* Courbe de fonctionnement : on exprime temps fusion en fonction de l'intensité, ce qui se traduit par deux (02) courbes.

* Pouvoir de coupure « P_{dc} » : c'est le courant maximal qu'un fusible peut couper sans que la tension de rétablissement ne provoque un réamorçage de l'arc (le P_{dc} est exprimé en KA).

Le fusible est calculé pour supporter une quantité d'énergie limite (contrainte thermique):

$$W = R \int_{t_0}^{t_1} i^2 \times dt$$

■ Cartouches à couteaux (p. 95-96)

Tailles	00	0	1	2	3	4
A (mm)	78	125	135	150	150	200
B (mm)	44	62	64	64	61	61
C (mm)	52	67	74	74	75	78
D1 (mm)	30	36	47	50	70	90
D2 (mm)	-	39	47	50	64	77
E (mm)	46	46	52	60	75	107
F (mm)	-	14	14	14	14	14
G (mm)	2,5	2,5	3	3	2,5	2,5
H (mm)	15	15	21	28	36	60
I (mm)	6	6	6	6	6	8
J (mm)	-	14,5	16	19	23	27
K (mm)	-	14,5	14,5	14,5	14,5	14,5
L (mm)	59	59	64	72	88	119
M (mm)	10	10	10	10	10	10
N (mm)	14,5	14,5	14,5	14,5	18	23

Nota : Force du percuteur en début de course 1,9 kg, en fin de course 1 kg selon la norme NF C 63-211

Socle et cartouche à couteaux

La silice : C'est une matière dont les propriétés physiques et chimiques assurent le refroidissement et l'extinction de l'arc électrique au moment de la coupure. Elle absorbe l'énergie d'arc et assure l'isolement après la coupure.

Différents éléments fusibles :

Fig. 13 : différents types de crantage.
a. régulier
b. progressif
c. maxite.

Fig. 12 : éléments fusibles à section variable.
a. fil
b. ruban
c. lame.

$$R \int_0^{t_{pa}} i^2 dt = m c T_f$$

avec : R = résistance du filament,
m = masse du filament,
c = capacité calorifique,
T_f = température de fusion,
t_{pa} = temps de préarc.

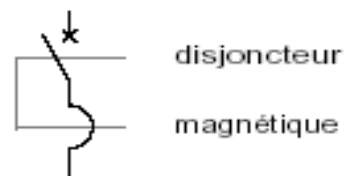
Cette énergie thermique dite de préarc est indépendante de la tension réseau.



5.4. PROTECTION PAR DISJONCTEURS :

4.1. DISJONCTEUR A DECLENCHEMENT ELECTROMAGNETIQUE (ou déclencheur magnétique)

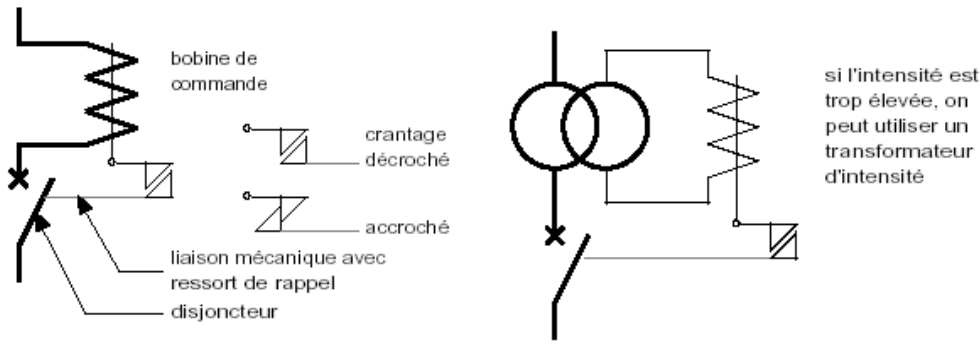
4.1.1. Schéma :



4.1.2. Fonction : protection contre les courts-circuits :

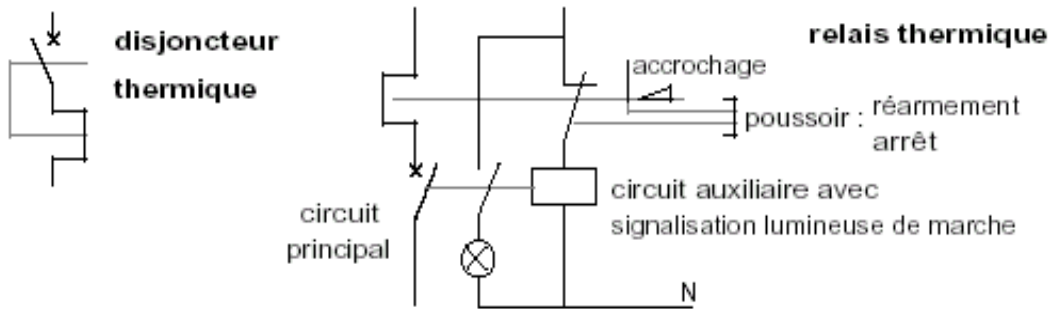
- court-circuit impédant (10 <I_{cc}<50 In) : souvent provoqué par la détérioration des isolants des conducteurs (bobinages moteur...)
- court-circuit (I_{cc}>50 In) : provoqué par exemple par une erreur de connexion au cours d'une opération de maintenance.

4.1.3 Constitution :



4.2. DISJONCTEUR A DECLENCHEMENT THERMIQUE : (relais thermique)

4.2.1 Schéma :

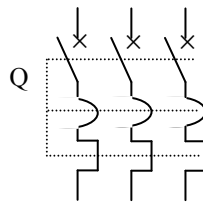


4.2.2 Fonctions : protection contre les surcharges dues à une anomalie du réseau (surtension...) ou à une cause mécanique (couple résistant excessif au démarrage d'un moteur par exemple).

4.2.3 Exemple : déclenchement à 7,2 Inentre 2 et 10 s.

- disjoncteur à déclenchement thermique : coupure directe du circuit principal.
- relais thermique : coupure du circuit auxiliaire, par exemple le circuit de commande du contacteur principal d'un départ moteur.

4.3. LA PROTECTION CONTRE LES SURCHARGES ET LES COURTS CIRCUITS: LE DISJONCTEUR MAGNETO-THERMIQUE



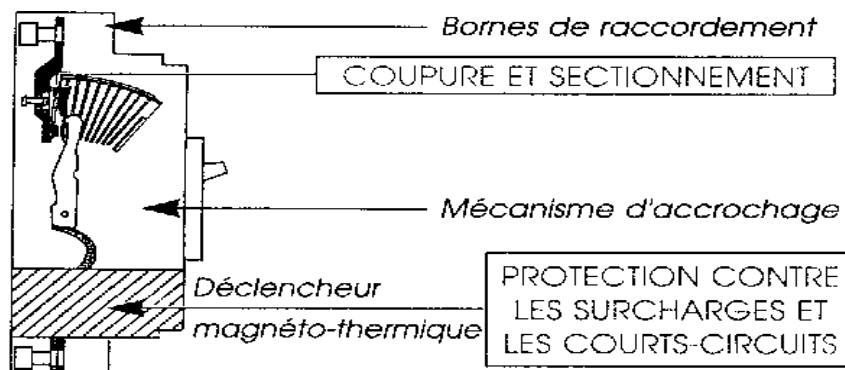
4.3.1. Symbole

4.2. Fonctions principales

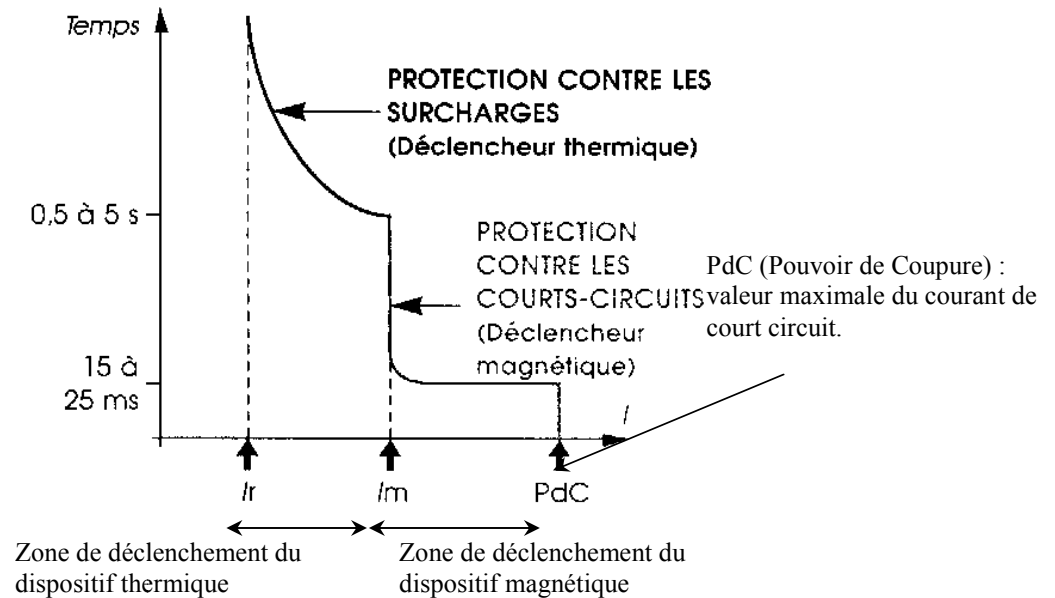
Il a deux fonctions principales :

- couper et sectionner : rôle des pôles principaux,
- protéger contre les surcharges et les courts circuits : rôle du dispositif thermique et du dispositif magnétique.

dispositif magnétique.









4.3.2. Courbe de déclenchement typique d'un disjoncteur magnéto-thermique



Remarque : on règle le courant I_r à la valeur du courant nominal absorbé par le récepteur ou l'installation.

4.3.3. Les différentes courbes de déclenchement

TYPE	DECLEN- CHEMENT	PROTECTION	EXEMPLES D'APPLICATIONS
 <p>Courbe B (remplace la courbe L) (1) Plus précis pour C60L. NC100H: 3. 2 à 4. 8 I_n</p>	3 à 5 I_n (1)	des générateurs, grandes longueurs de câble TN & IT pas de pointes de courant	
 <p>Courbe C (remplace la courbe U) (2) Plus précis pour C60L. NC 100H, NC100 LH 7 à 10 I_n</p>	5 à 10 I_n (2)	des circuits	applications générales
 <p>Courbe D</p>	10 à 14 I_n	des circuits à fort courant d'appel	transformateurs moteurs
 <p>Courbe K</p>	10 à 14 I_n	des circuits et des récepteurs à fort courant d'appel	moteurs transformateurs circuits auxiliaires
 <p>Courbe Z</p>	2,4 à 3,6 I_n	des circuits électroniques	diodes thyristors
 <p>Courbe MA</p>	12 I_n	des moteurs (pas de protection thermique)	démarrateurs moteurs

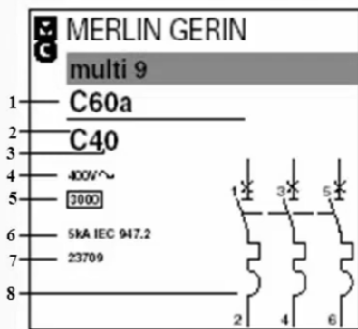
4.3.4. Eléments de choix d'un disjoncteur

Il s'effectue selon :

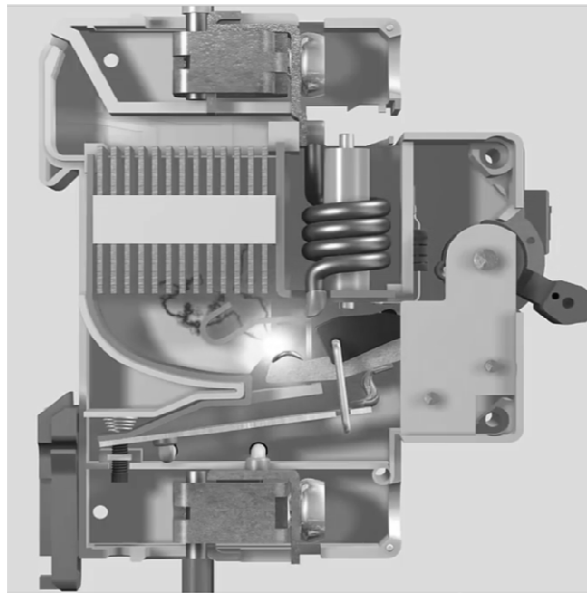
- la tension d'emploi : U_e ,

- 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 : voir tableau ci-dessus.

Les disjoncteurs: Décodage face avant

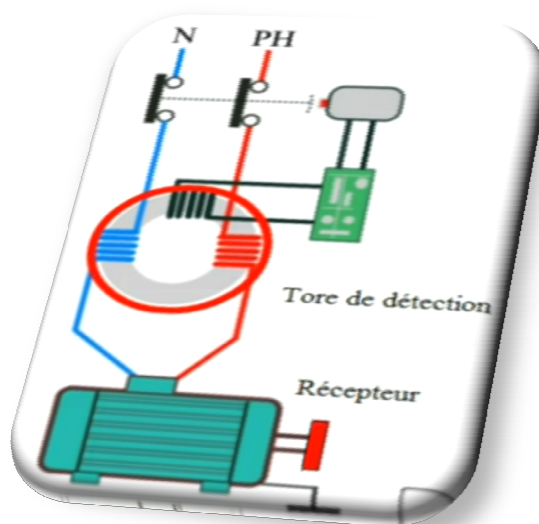


- 1: Variante du disjoncteur suivant le pouvoir de coupure
- 2: Courbe de déclenchement
- 3: Calibre du disjoncteur (courant assigné)
- 4: tension d'emploi U_e
- 5: Pouvoir de coupure suivant la norme « domestique et analogue » NFC 61-410
- 6: Pouvoir de coupure suivant la norme « industrielle » NFC 63-120
- 7: Référence commerciale
- 8: Symbole électrique suivant le nombre de pôles



4.4. DISJONCTEUR DIFFERENTIEL :

4.4.1. Pour la protection du personnel contre les défauts d'isolement.



6. ASSOCIATION DES APPAREILS DE PROTECTION

Un courant traverse en général plusieurs appareils de protection en série, dont les calibres sont calculés et répartis en fonction des différents circuits à protéger. En cas de surintensité il y a bonne **sélectivité** lorsque seul l'appareil protégeant le circuit en défaut fonctionne.

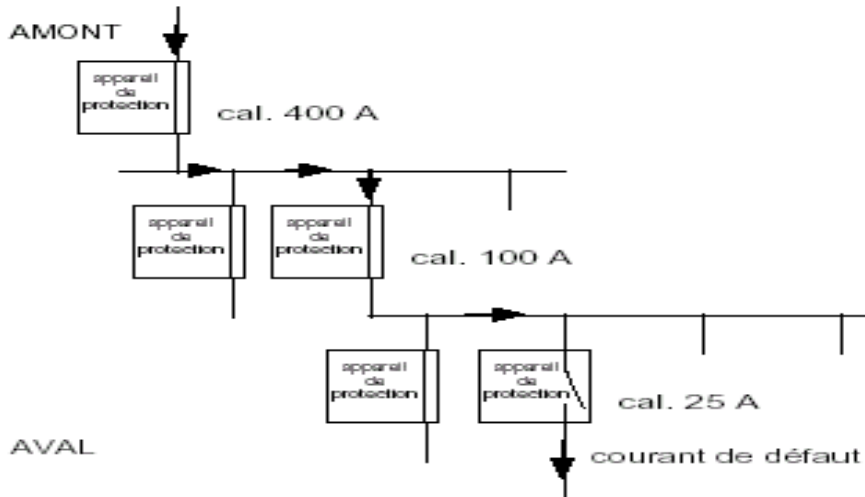


Fig.6 : sélectivité et filiation

Mais il faut aussi assurer la protection de l'installation en cas de fort court-circuit : c'est le rôle de la **filiation**.

a- Sélectivité ampère métrique : répartition des valeurs de courant d'emploi :

calibre AMONT > calibre AVAL (typiquement : cal. amont \approx 2 x cal. aval)

b- Sélectivité chronométrique : échelonnement des temps de déclenchement : délai de coupure AMONT > délai de coupure AVAL (temporisation sur ap.amont)

c- Filiation : utilisation répartie des pouvoirs de coupure des appareils de protection : pouvoir de coupure AMONT > pouvoir de coupure AVAL

5. La sélectivité des protections

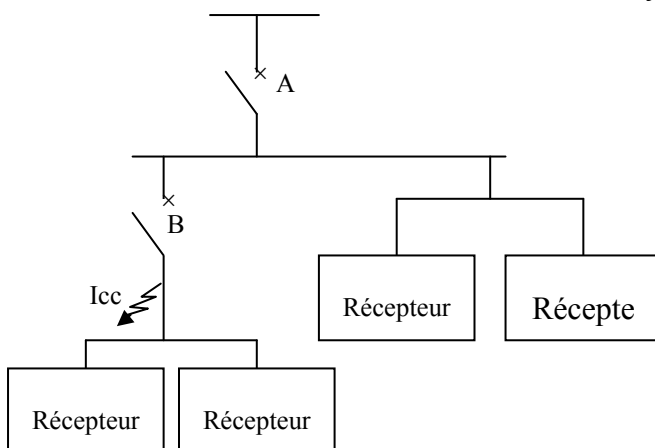
Une bonne coordination des protections d'une alimentation électrique doit entraîner le déclenchement de l'appareil de protection situé immédiatement en amont du défaut et de lui seul.

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.

La sélectivité peut être :

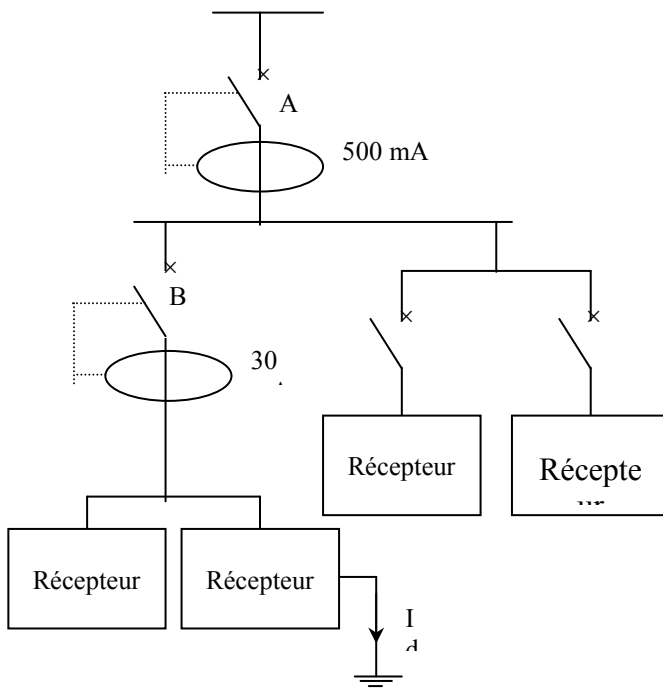
- totale,
- partiel

Sélectivité entre deux disjoncteurs



☞ Si seul B s'ouvre, quelle que soit la valeur du courant I_{cc} , c'est la sélectivité totale.

☞ Si B s'ouvre jusqu'à un courant présumé de court circuit $I_{cc} < I_{cc}$ et ensuite si A s'ouvre, donc A et B sont ouverts. C'est la sélectivité partielle.

Sélectivité entre deux disjoncteurs différentiels dans une installation domestiqueRemarque :

Les disjoncteurs conçus pour assurer la protection des personnes contre les contacts indirects sont équipés de déclencheur instantané avec des temps de déclenchement constant (30 ms) dès que le courant de défaut est situé dans leur plage de déclenchement.

☞ Si I_d est compris entre 30 et 100 mA, seul B s'ouvre.

☞ 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 (c'est-à-dire les circuits alimentant les appareils terminaux) sont protégés par des différentiels instantanés de façon à assurer une bonne sélectivité des protections.