

BUT

Dans le cadre d'une installation concernant la distribution de l'énergie électrique, l'électrotechnicien doit pouvoir identifier et choisir les équipements assurant la protection des matériels :

- contre les surcharges en puissance
- contre les courants de court-circuit.

⇒ L'Etudiant peut se référer dans la documentation qui suit, autant qu'il le souhaite.

I. DEFAUTS SUR LES INSTALLATIONS

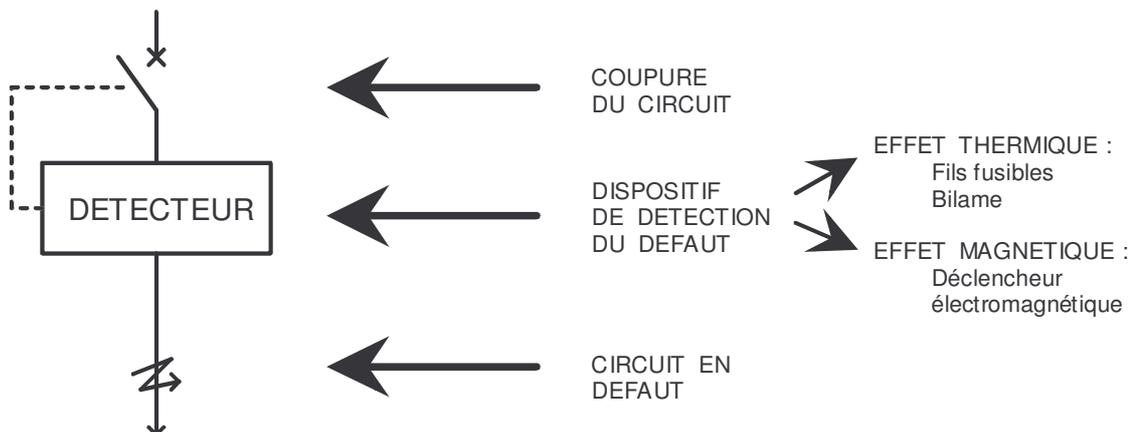
1.1) Terminologie

- * **SURCHARGE** : Il y a surcharge dès que l'appareil d'utilisation (récepteur) demande une puissance supérieure à la puissance normale de fonctionnement : il y a alors accroissement du courant, d'où échauffement pouvant entraîner la détérioration de l'installation.
- * **COURANT DE COURT-CIRCUIT** : Elévation brutale du courant, due par exemple à un contact entre deux conducteurs de polarité différentes : Il apparaît un arc électrique, un échauffement très important pouvant provoquer la fusion des conducteurs et la création d'efforts électrodynamiques.

1.2) Principe de la protection

La détection du défaut est réalisée par des détecteurs exploitant les lois générales de l'électricité.

L'élimination du défaut, s'effectue dans la plupart des cas, en ouvrant le circuit, coupant ainsi le courant de défaut.



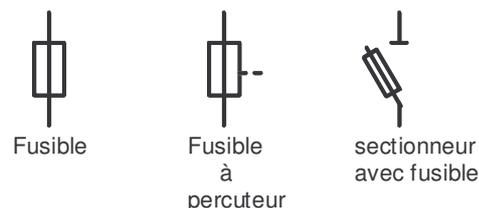
II. DETECTION ET ELIMINATION DES DEFAUTS

2.1) FUSIBLES

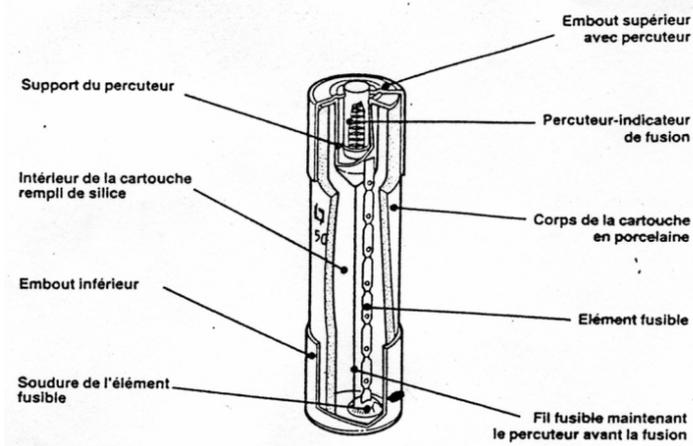
Un fusible est un appareil de connexion dont la fonction est d'ouvrir un circuit par la fusion d'un élément calibré :

L'énergie dissipée par le passage du courant dans le fil fusible, est donnée par la relation suivante :

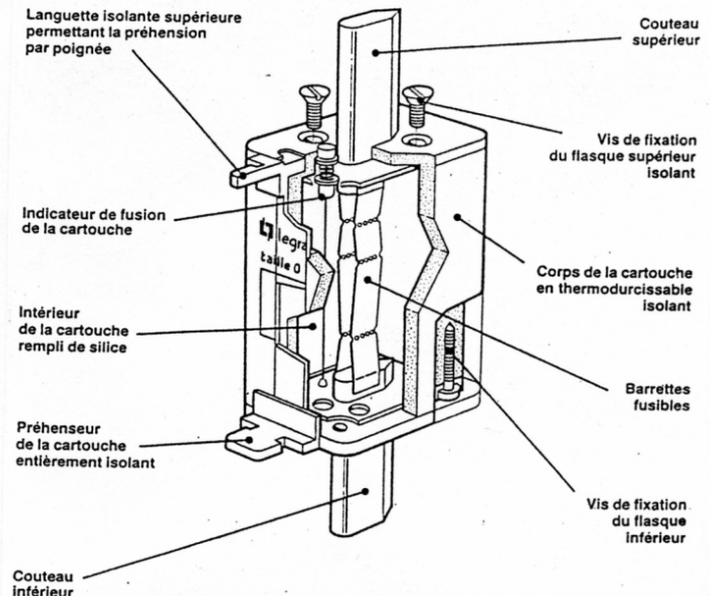
$$W = \int r.i(t)^2.dt$$



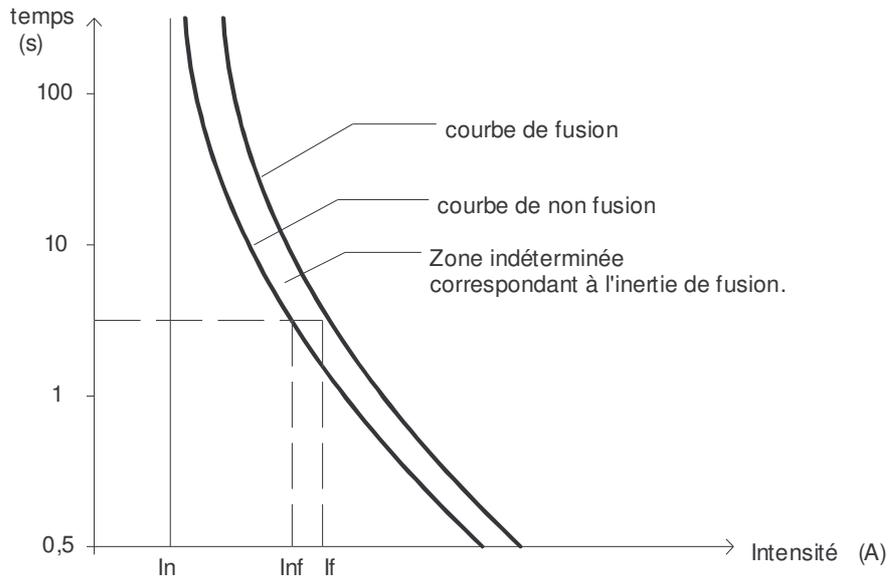
cartouche cylindrique



cartouche à couteaux



Courbe de fonctionnement :



Pour les fusibles, la norme C 15-100 donne les relations suivantes :

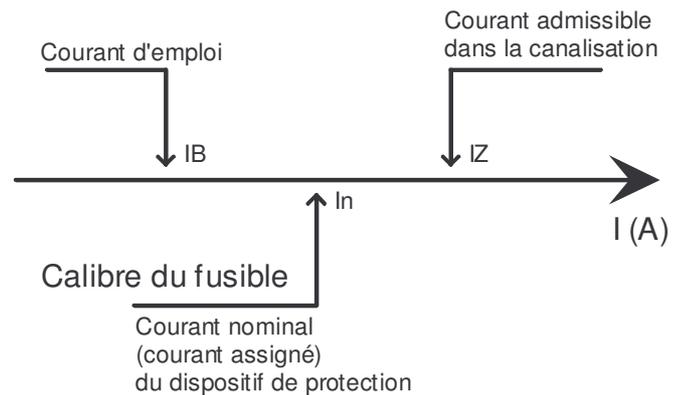
$$I_B < I_n \quad \text{et} \quad I_n < \frac{I_z}{k_3}$$

$I_n < 10A$	$k_3 = 1,31$
$10A < I_n < 25A$	$k_3 = 1,21$
$I_n > 25A$	$k_3 = 1,10$

I_B : Courant d'emploi dans la canalisation

I_n : Courant assigné (calibre) du dispositif de protection (fusible).

I_z : Courant admissible dans la canalisation.



Pouvoir de coupure :

Le pouvoir de coupure est la plus grande intensité de courant de court-circuit qu'un fusible peut interrompre, sous une tension donnée. Il s'exprime en kiloampères (kA).

Choix du fusible :

le choix d'un fusible, doit fixer :

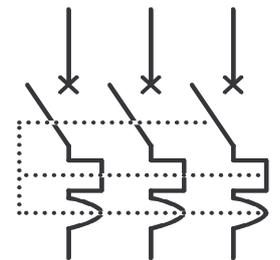
- * La classe :
 - B pour installation domestique
 - gG anciennement GI : emploi général industriel
 - aM accompagnement moteur : emploi industrie
 - AD accompagnement disjoncteur (d'abonné par exemple)
- * le calibre : I_n courant "nominal", ou encore : courant "assigné"
- * la tension d'emploi : U
- * Pouvoir de coupure : P_c (**toujours choisir : $P_c > I_{cc}$**)
les gG et les aM sont dits : H.P.C. Haut pouvoir de coupure, car il peuvent couper des courants de surcharges jusqu'à 100 000 A efficace.
- * la forme et la taille :
 - cylindrique
 - à couteaux
- * éventuellement, le système déclencheur ou non (percuteur s'il existe)

2.2) DISJONCTEURS

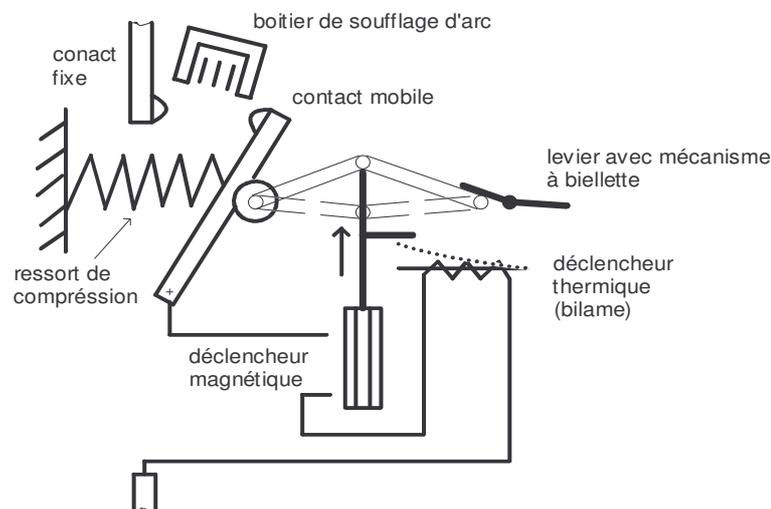
Un disjoncteur est un appareil de connexion capable d'établir, de supporter et d'interrompre des courants dans les conditions normales du circuit.

Il peut aussi supporter pendant (une durée spécifiée) et interrompre des courants dans des conditions de court-circuit.

Disjoncteur magnéto-thermique



Structure générale d'un disjoncteur magnéto-thermique :



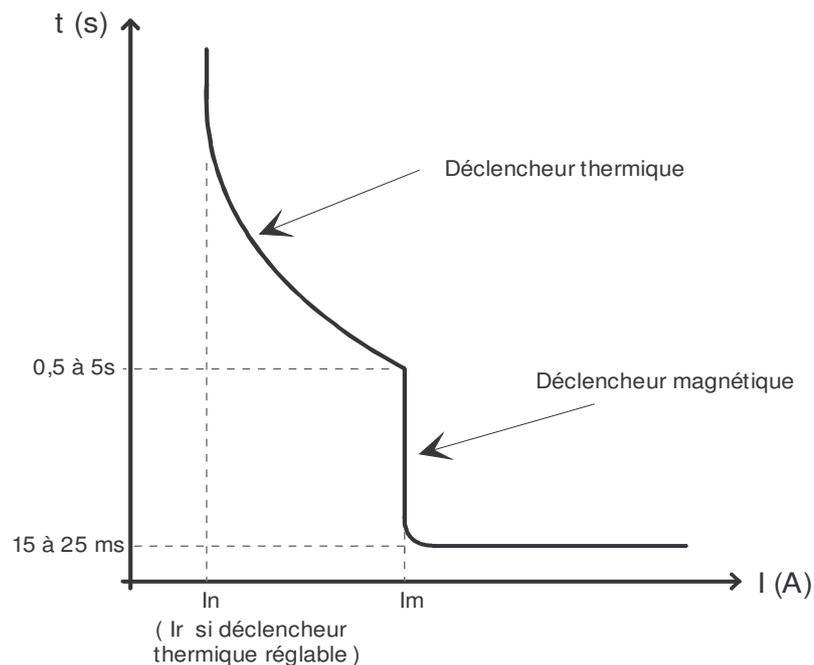
Protection contre les surcharges :

Les déclencheurs thermiques détectent les faibles surcharges, à l'aide d'un élément bimétallique, appelé bilame. Leur déclenchement entraîne l'ouverture du disjoncteur, éliminant ainsi le défaut.

Protection contre les court-circuits :

Les déclencheurs électromagnétiques détectent et protègent contre les fortes surcharges et courant de court-circuit. Leur déclenchement entraîne l'ouverture du disjoncteur, éliminant ainsi le défaut.

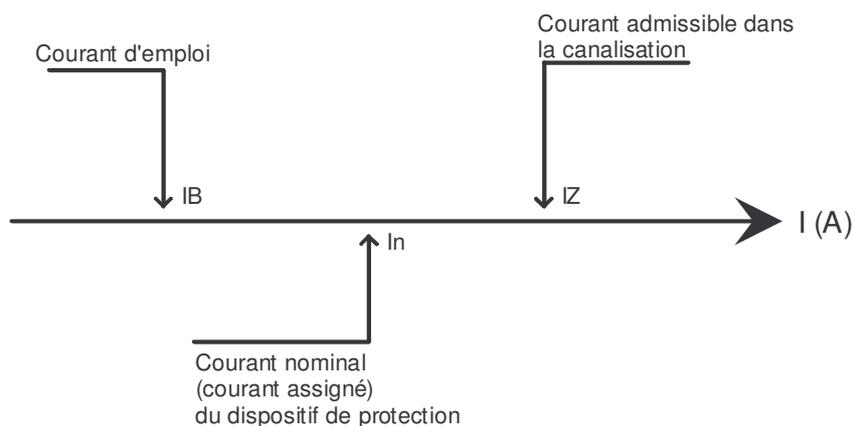
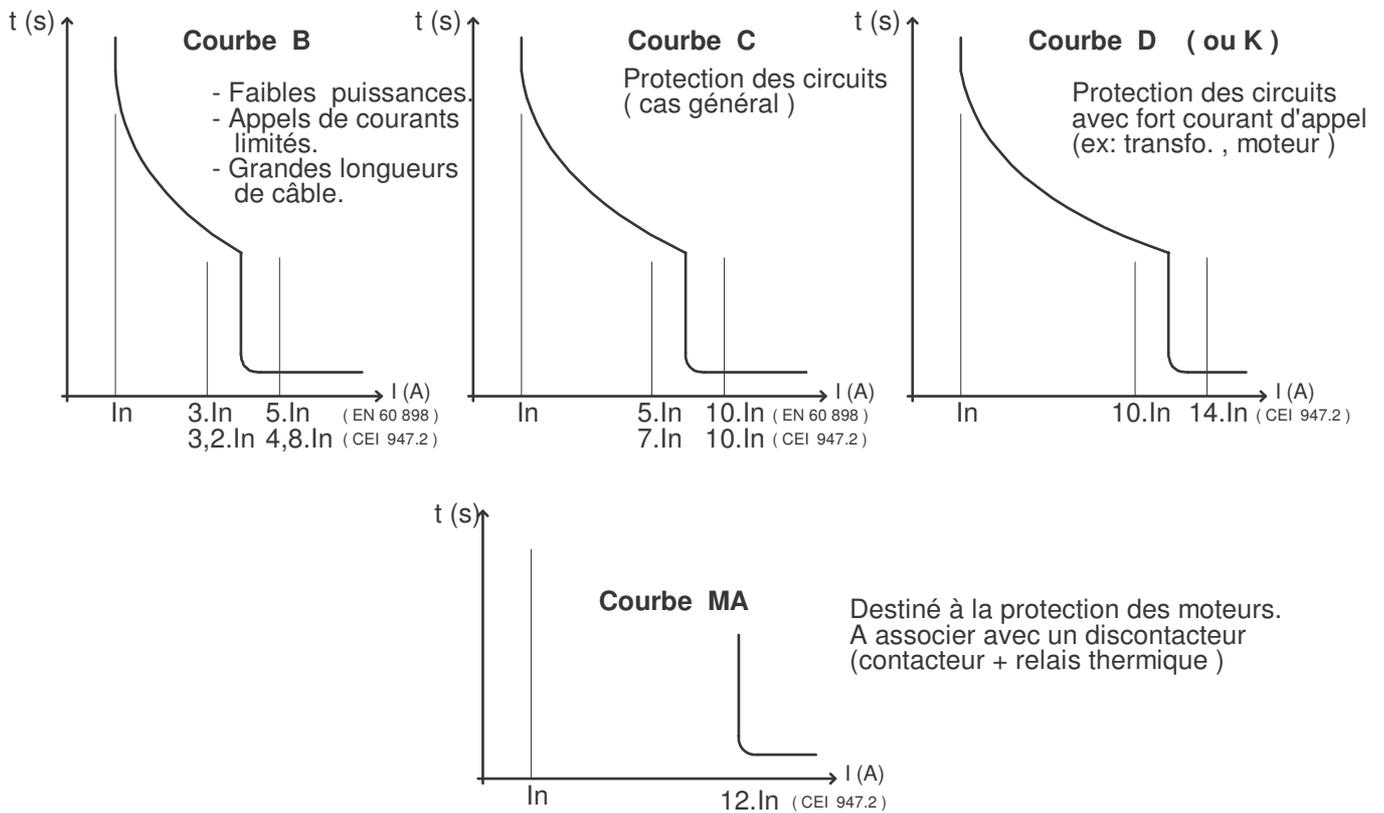
Courbe de fonctionnement :



Courbes de déclenchement normalisées, types : B, C, D, MA

⇒ suivant normes de fabrication

CEI 947-2 et EN 60947-2	:	[<i>installations industrielles :</i> <i>usagers avertis ou personnel qualifié.</i>
NFC 63-120		
EN 60 898 et NFC 61-410	:	[<i>installations domestiques :</i> <i>logements et petit tertiaire.</i>



Pour les disjoncteurs, la norme C 15-100 donne les valeurs suivantes :

$$I_B < I_n$$

$$I_n < I_Z$$

Pouvoir de coupure :

Le pouvoir de coupure est la plus grande intensité de courant de court-circuit qu'un disjoncteur peut interrompre, sous une tension donnée. Il s'exprime en kiloampères (kA) (exemple : 50kA sous 400V)

(Le disjoncteur est équipé d'un système de soufflage de l'arc électrique).

Les constructeurs donnent pour certains disjoncteurs :

* le pouvoir de coupure relatif aux normes **NF C 61 410** et **EN 60 898**.

Concerne les installations alimentées par le réseau public Basse Tension et quand l'intensité au niveau des disjoncteurs à installer n'excède pas 63A.
 (installations domestiques et petit tertiaire, avec tarif bleu et jaune).

* le pouvoir de coupure relatif aux normes **CEI 947-2** et **NFC 63 120**.

Concerne toutes les autres installations.
 (installation industrielles, tertiaires, agricoles) (tarif jaune, tarif vert).

Choix d'un disjoncteur :

le choix d'un disjoncteur, doit fixer :

- * le courant assigné : I_n (calibre du dispositif de protection)
- * la tension d'emploi : U
- * la courbe de protection : B, C, D, disjoncteur moteur, (autre)
+ réglages possibles (où pas).
- * Pouvoir de coupure : P_c (toujours choisir : $P_c > I_{cc}$)
(attention aux normes)
- * Nombre de pôles
- * type de protection : disjoncteur général
disjoncteur divisionnaire (modulaire)

III. SELECTIVITE DES PROTECTIONS

Il y a sélectivité des protections si un défaut survenant en un point quelconque d'une installation, est éliminé par l'appareil de protection placé immédiatement en amont du défaut et lui seul.

La continuité de la distribution dans une installation électrique est directement liée à la sélectivité des protections.

Exemple : Soit un poste de distribution comportant un transformateur et trois départs.

* En cas de défaut sur le départ 3, il y a sélectivité si seul le disjoncteur B s'ouvre (élimination du défaut).

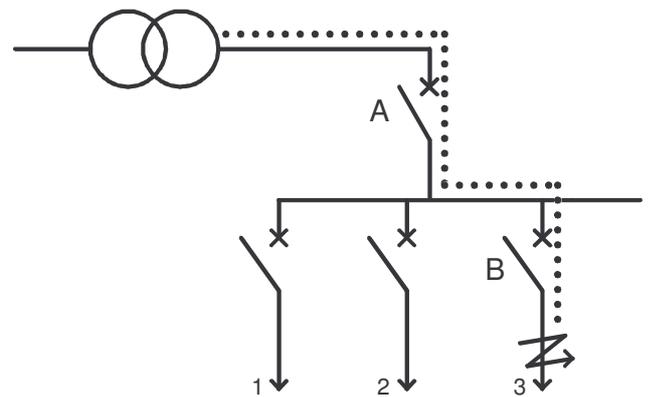
* Dans le cas où le défaut sur 3 provoque l'ouverture de B et de A, il n'y a plus sélectivité.

Techniques de sélectivité :

Deux techniques classiques fondées sur l'utilisation de deux paramètres intervenant dans les appareils de protection, sont exploitées :

- * valeurs des courants de déclenchement : **sélectivité ampèremétrique.**
- * temps de déclenchement : **sélectivité chronométrique.**

Il existe aussi la **sélectivité logique.**



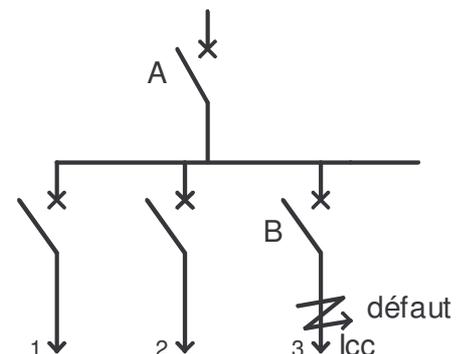
Exemple de sélectivité

3.1) Sélectivité ampèremétrique

La sélectivité est liée aux réglages des seuils de déclenchement I_m des déclencheurs magnétiques, sur les disjoncteurs amont et aval.

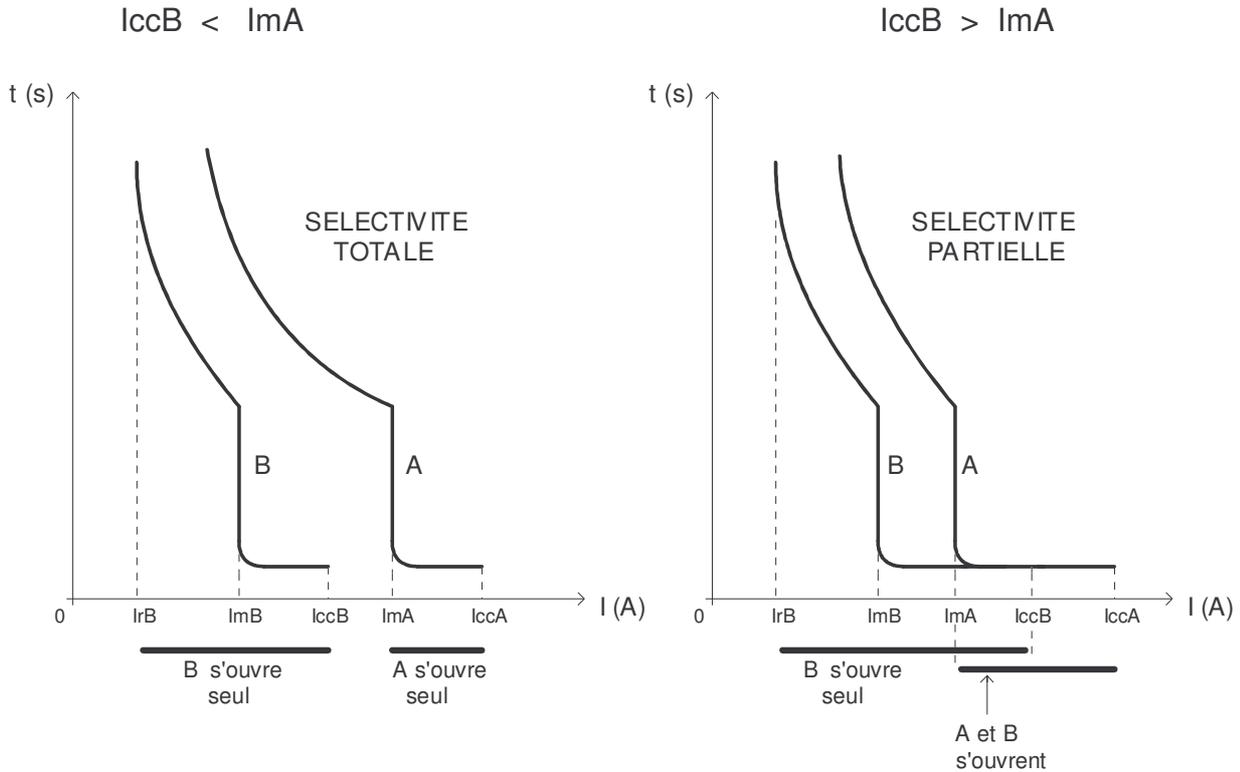
Exemple : Sélectivité ampèremétrique entre deux disjoncteurs

Apparition d'un courant de court-circuit I_{cc} sur le départ 3 :



Soit : $I_{ccB} \rightarrow$ courant de court-circuit maximal possible en aval de B.
 ($\rightarrow I_{cc} < I_{ccB}$).

2 possibilités :



La sélectivité est souvent difficile à réaliser, car l'écart entre I_{ccA} et I_{ccB} est généralement insuffisant. Dans ce cas, la sélectivité est partielle et limitée à l'intensité de réglage I_{mA} du déclencheur magnétique du disjoncteur amont.

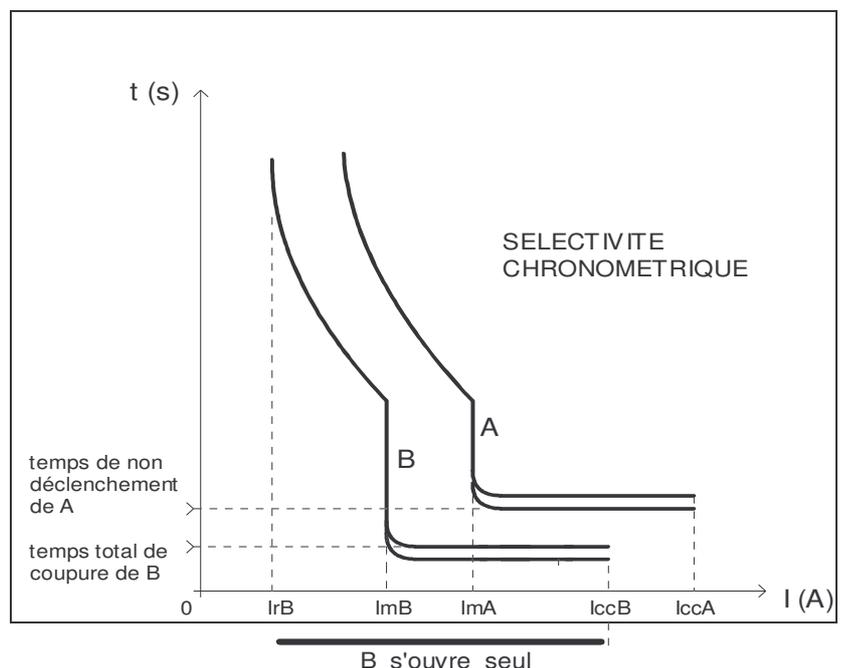
3.2) Sélectivité chronométrique

On retarde le déclenchement du disjoncteur amont par rapport à celui du disjoncteur aval. Le disjoncteur amont, est appelé disjoncteur "sélectif".

Réalisation :

Le disjoncteur "sélectif" (amont) est muni d'une temporisation au déclenchement, réglable à plusieurs crans.

Il y a sélectivité chronométrique totale, si le temps total de coupure du disjoncteur aval B, est inférieure au temps de non déclenchement de disjoncteur amont A.

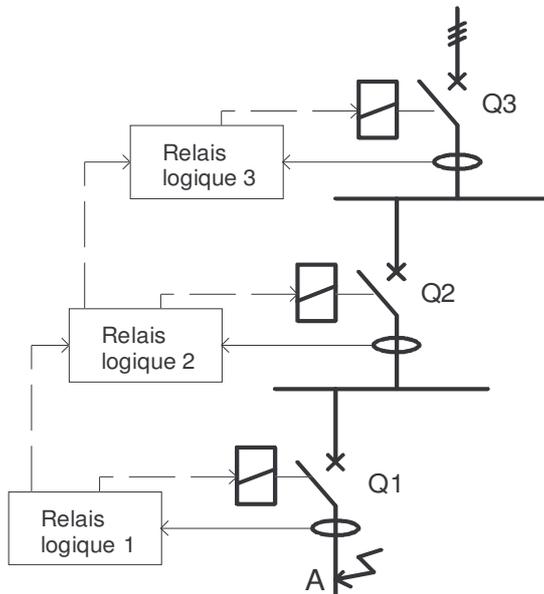


3.3) Sélectivité logique

A chaque disjoncteur est associé un relais logique qui reçoit les informations "défaut" de capteurs (transformateurs de courant, tores, etc).

Un relais sollicité par un défaut, envoie :

- * un ordre d'attente à la temporisation propre du relais amont (ordre d'augmentation de la temporisation propre du relais amont).
- * un ordre de déclenchement au disjoncteur auquel il est associé (sauf s'il a lui-même reçu un ordre logique d'attente de l'étage aval).



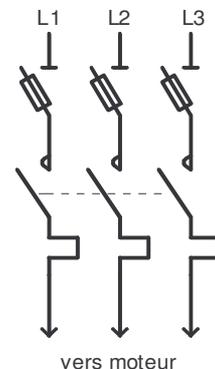
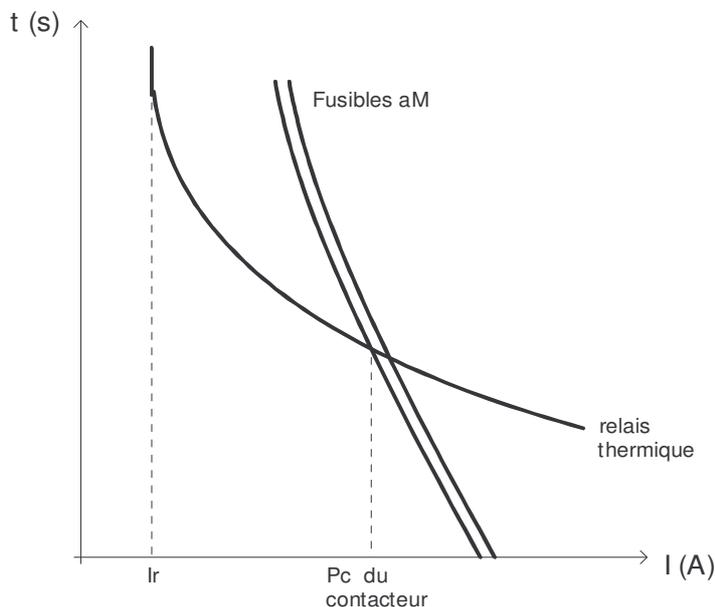
Un défaut au point A sera vu par les trois disjoncteurs en cascade:
- le relais 1 met en attente le relais 2 et déclenche Q1.
- le relais 2 met en attente le relais 3.

Cette sélectivité peut être utilisée sur l'ensemble des réseaux, des principaux départs Basse Tension jusqu'au disjoncteur Général Basse Tension.

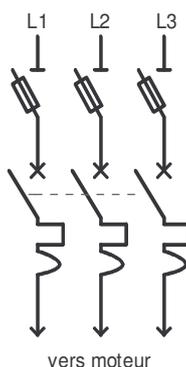
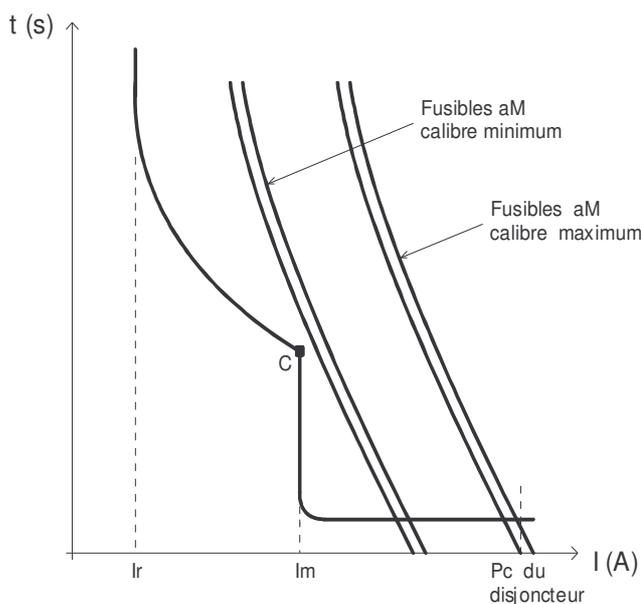
IV. COORDINATION DES PROTECTIONS

Pour répondre aux exigences de certaines installations, on peut associer des protections par fusibles, disjoncteurs, discontacteurs. Dans tous ces cas, il faut coordonner les protections contre les surcharges et les courts-circuits.

4.1) Coordination " fusibles - discontacteurs " pour un départ moteur



4.2) Coordination " fusibles - disjoncteurs "



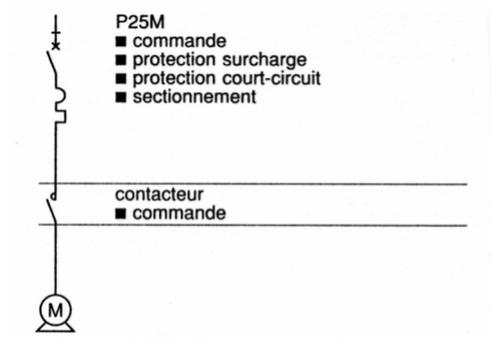
Les fusibles doivent être placés en amont du disjoncteur, car ils ont un plus grand pouvoir de coupure.

La coordination s'effectue en superposant la courbe de fusion du fusible et la courbe de fonctionnement du disjoncteur, de telle façon que le fusible se trouve au delà du point C (point de rencontre des courbes du relais thermique et du relais magnétique).

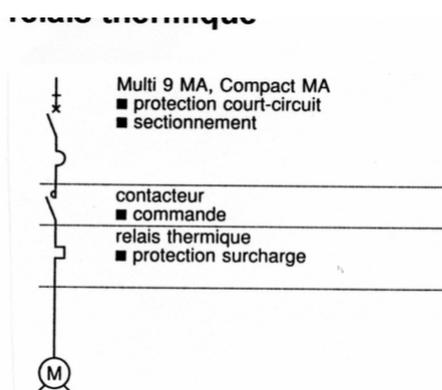
4.3) Coordinations " disjoncteur - contacteur " : Coordinations Type 1, Type 2

La tendance est à protéger chaque départ moteur par un disjoncteur associé à un contacteur, ou à un disjoncteur.

Disjoncteur magnéto-thermique moteur + contacteur.



Disjoncteur magnétique moteur + contacteur + relais thermique



Deux types de coordination

La norme définit des essais à différents niveaux d'intensité, ayant pour but de placer l'appareillage dans des conditions extrêmes.

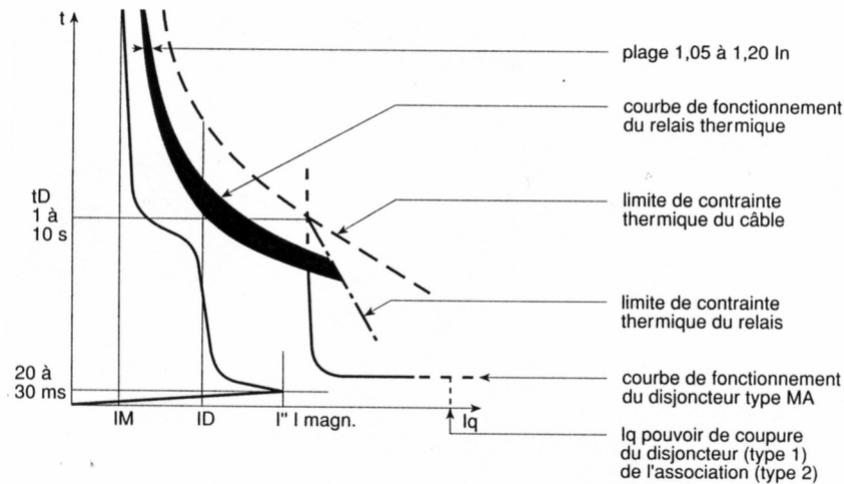
Selon l'état des constituants après essais, la norme définit deux types de coordination :

Coordination TYPE 1 : Il est accepté une détérioration du contacteur et du relais (thermique) sous deux conditions :

- aucun risque pour l'opérateur.
- les éléments autres que le contacteur et le relais ne doivent être endommagés.

Le pouvoir de coupure de l'association est, par conséquent, celui du dispositif de protection contre les courts-circuits, ici le disjoncteur.

Coordination TYPE 2 : Il est seulement admis la soudure du contacteur ou du démarreur. Après les essais de coordination de Type 2, les fonctions des appareillages de protection et de commande sont opérationnelles. Le pouvoir de coupure est par conséquent, déterminé par les conclusions des essais.



Quel type de coordination choisir ?

* **Type 1 :**

- continuité de service non exigée.
- service entretien de qualité
- coût d'appareillage réduit.

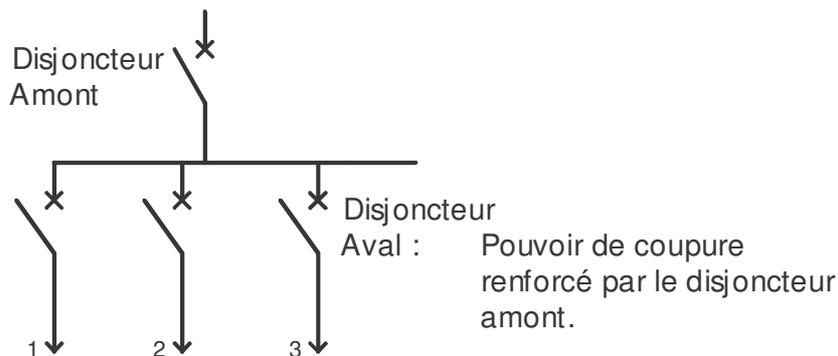
* **Type 2 :**

- continuité de service impérative
- service entretien réduit
- spécifications stipulant type 2.

V. FILIATION DES DISJONCTEURS

La filiation des disjoncteurs offre la possibilité d'installer en aval un disjoncteur moins performant, le disjoncteur amont ayant une fonction de barrière pour les forts courants de court-circuit (limitation).

Ainsi, un disjoncteur amont peut renforcer le pouvoir de coupure d'un disjoncteur aval, mais il faut savoir que la filiation n'est possible qu'entre deux disjoncteurs issus du même constructeur.



Remarque :

La recherche d'une filiation entre deux disjoncteurs amont-aval, ne permet plus d'avoir une sélectivité totale entre ceux-ci.

Les constructeurs donnent les filiations possibles, sous forme de tableaux.