

-I-STRUCTURE D'UNE INSTALLATION ELECTRIQUE

-I-1-Structure fonctionnelle d'une installation électrique

Les règles à observer dans la conception des installations électriques basse tension (jusqu'à 1000V en alternatif et 1500V en continu) sont définies par des normes (exemple NFC 15-100). Tous les équipements de force motrice sont construits sur le modèle fonctionnel suivant :

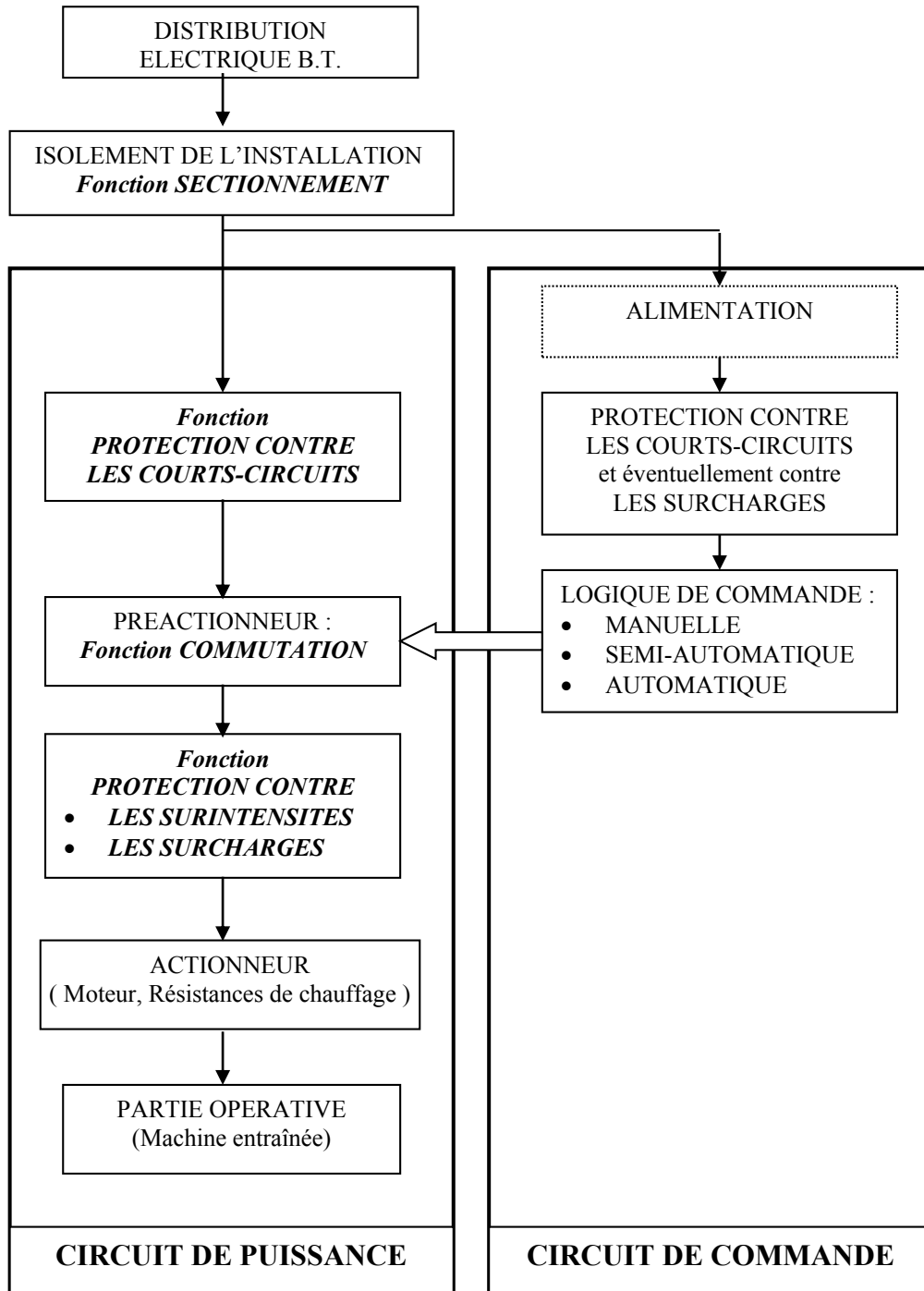
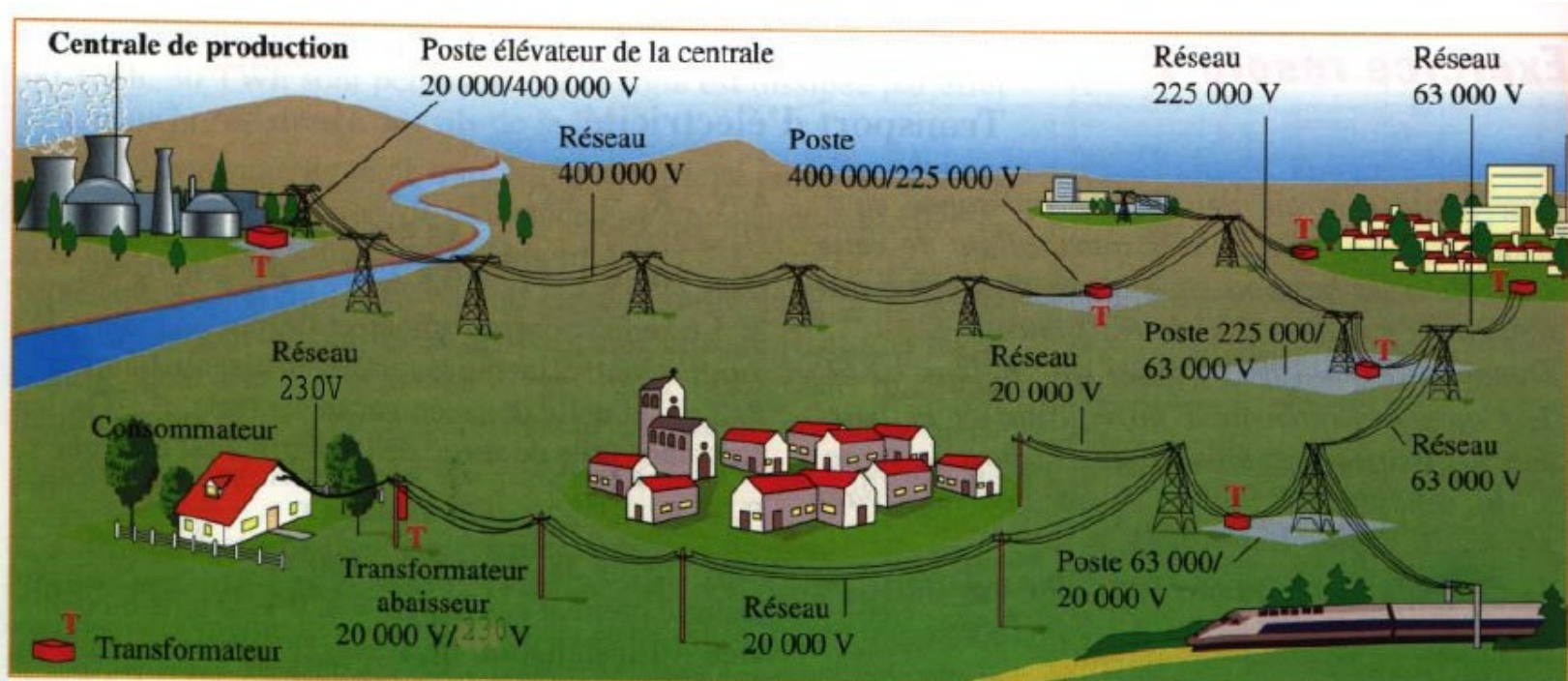


Figure 5.1 - Schéma synoptique d'un automatisme électrique



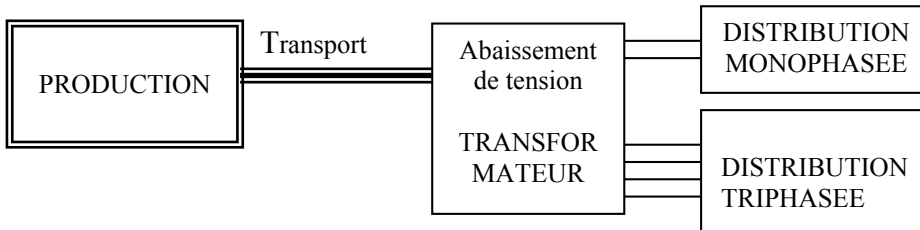
Le transport de l'électricité

Sonelgaz distribue une tension finale aux utilisateurs particuliers de 230V monophasé ou 230/400V en triphasé.

-I-2-Réseau d'alimentation

Sonelgaz transporte l'énergie électrique sur des lignes à 3 fils. La tension utilisée pour le transport étant trop élevée, elle est au préalable abaissée dans des postes de transformation avant d'être livrée à l'utilisateur (distribution). Le réseau basse tension ainsi obtenu est toujours triphasé mais comprend 4 fils: 3 conducteurs de phase, un conducteur de neutre.

L'abonné reçoit soit les 4 fils (on parle de réseau triphasé), soit deux fils (1 phase et le neutre) et on parle alors de réseau monophasé.



En distribution monophasée et triphasée domestiques, les tensions sont :

Monophasé : $V = 230 \text{ V}$

Triphasé : $U = V \sqrt{3}$

$U = 230 \sqrt{3} \text{ V} \approx 400 \text{ V}$

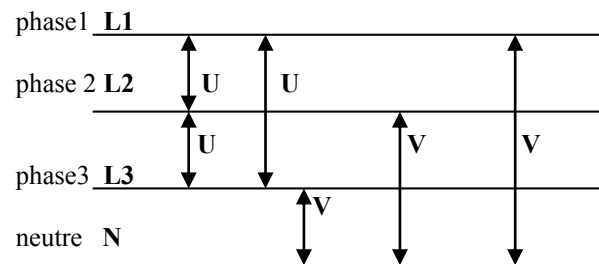


Figure 5.2 - Réseau d'alimentation

Remarque : Les nouvelles tensions normalisées sont 230v et 400v respectivement.

-I-3-Isolement de l'installation : le sectionneur

Les actionneurs alimentés par le réseau doivent pouvoir être mis hors tension manuellement, même pour les systèmes automatisés commandés à distance (cette opération devant être exécutée en toute sécurité). Cet isolement est rendu possible par la présence d'un sectionneur muni d'un dispositif de verrouillage en position ouverte. Il permet d'isoler l'installation électrique, il doit donc être placé en amont du circuit électrique.

Le choix du sectionneur se fait sur la base de la valeur de la tension d'alimentation et de son type (mono ou triphasé), ainsi que de l'intensité du courant en fonctionnement normal.

Remarque : *l'ouverture du sectionneur est obligatoire lors de toute intervention sur l'équipement électrique de la machine, ou sur les parties mécaniques mises en mouvement par des organes de commande électriques.*

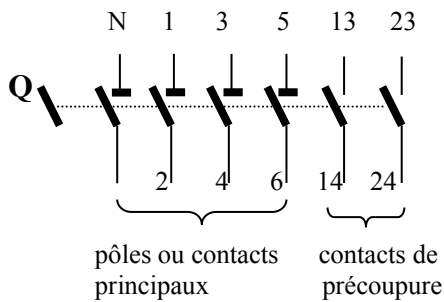


Figure 5.3-a- Symbole normalisé du sectionneur tétrapolaire

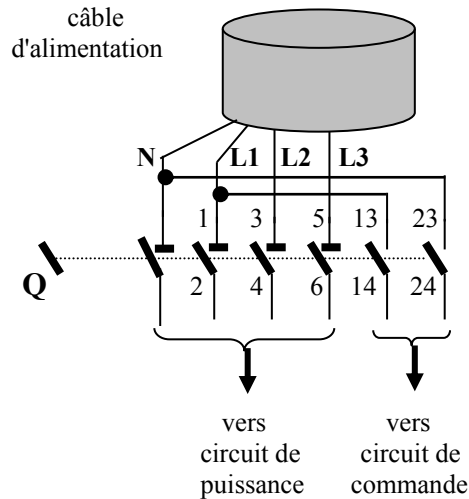


Figure 5.3-b- Raccordement en triphasé du sectionneur tétrapolaire

Lors de l'ouverture du sectionneur, comme leur nom l'indique, les contacts auxiliaires de pré-coupeure 13-14 et 23-24 s'ouvrent avant les contacts principaux (ou de puissance) N, 1-2, 3-4 et 5-6. Cette durée permet à l'organe de commande de couper les ordres qu'il envoie à la partie commutation du circuit de puissance, avant que l'alimentation de ce dernier ne soit coupée par les pôles du sectionneur. Le rôle du sectionneur est donc l'ouverture du circuit de commande et le **sectionnement à vide** du circuit de puissance.

En effet l'ouverture des contacts de pré coupure coupe l'alimentation de la bobine du contacteur. Ce qui a pour effet d'ouvrir les contacts de puissance du contacteur qui alimentent le récepteur (moteur). *Quand les contacts principaux du sectionneur s'ouvrent, il y a déjà un certain temps qu'aucun courant ne circule dans le circuit de puissance.* Par conséquent on dit que le sectionneur n'a **aucun pouvoir de coupure** car il effectue un sectionnement ou coupure à vide du circuit de puissance.

-I-4-Circuit de puissance

Chaque phase doit être protégée aussi bien contre les surintensités et les surcharges que contre les court-circuit (contacts accidentels entre des conducteurs portés à des potentiels différents). Cette protection est assurée soit par des disjoncteurs à base de relais à lames, soit par des coupe-circuit à cartouches fusibles.

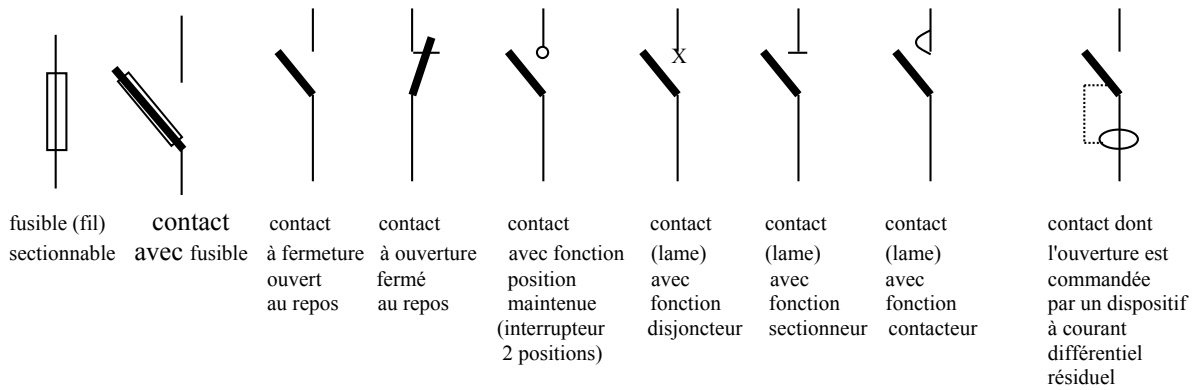
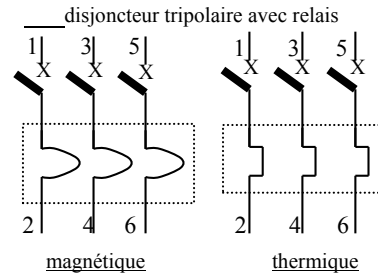


Figure 5.4 - Symboles normalisés de quelques contacts



-I-4-a-Protection contre les court-circuit

Le type de cartouche fusible dépend de la nature du circuit à protéger. S'il s'agit d'une ligne d'alimentation générale, d'éclairage, de chauffage etc... (circuit fortement résistif et peu inductif), on utilise des cartouches noires de type gG (c'est à dire à usage général). S'il s'agit de moteurs ou transformateurs (circuit inductif) engendrant des pointes de courant à la mise sous tension, on utilise des cartouches vertes de type aM (c'est à dire accompagnement moteur).

On peut également utiliser un **relais magnétique** (généralement intégré au disjoncteur) qui ouvre les contacts suite à l'excitation d'une bobine (il est donc à **action instantanée**).

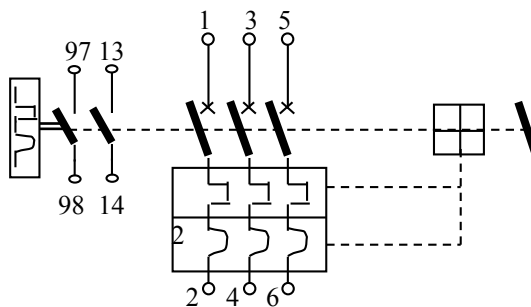
Remarques

- Les cartouches fusibles peuvent être insérées dans le sectionneur, qui assure alors la double fonction isolement et protection contre les court-circuit.
- Le disjoncteur-moteur magnétothermiques est un appareil combiné qui assure les 3 fonctions : sectionnement, protection contre les court-circuit (déclenchement magnétique), protection contre les surcharges (déclenchement thermique). Son enclenchement est manuel et son déclenchement peut être manuel ou automatique.

13-14 : contact auxiliaire

97-98 : contact de signalisation de défaut

Figure 5.5 - Schéma de principe du disjoncteur – moteur magnétothermique



-I-4-b-Protection contre les surintensités et les surcharges

Afin de ne pas dépasser les caractéristiques nominales de l'appareil à commander (moteur par exemple), il convient de placer un relais de protection qui contrôle l'intensité du courant absorbé. Le **relais thermique**, traversé par le courant moteur et réglé à la valeur nominale de celui-ci, envoie un ordre d'arrêt à la partie commande lorsque l'image thermique du moteur est hors des limites d'un fonctionnement correct. Il possède des contacts principaux ou pôles (2,4,6) pour le circuit de puissance, et des contacts auxiliaires (96 et 98) pour le circuit de commande.

Le relais thermique est à **action retardée** car son principe de fonctionnement est basé sur l'échauffement de bilames. En effet entre les pôles 1-2, 3-4 et 5-6 (cf. figure 6.5) on trouve un enroulement chauffant bobiné autour d'un bilame. Comme chaque enroulement chauffant du relais est placé en série avec chaque phase du moteur à protéger, l'augmentation de l'intensité du courant absorbé par le moteur électrique entraîne l'échauffement des enroulements, ce qui provoque la déformation des bilames. Cette déformation se transmet à un dispositif de liaison mécanique qui provoque l'ouverture du contact auxiliaire 95-96 situé dans le circuit de commande. Ainsi la bobine du contacteur n'est plus alimentée, ce qui entraîne l'ouverture des contacts auxiliaires du contacteur (ainsi que de ses contacts principaux qui contrôlent le circuit de puissance).

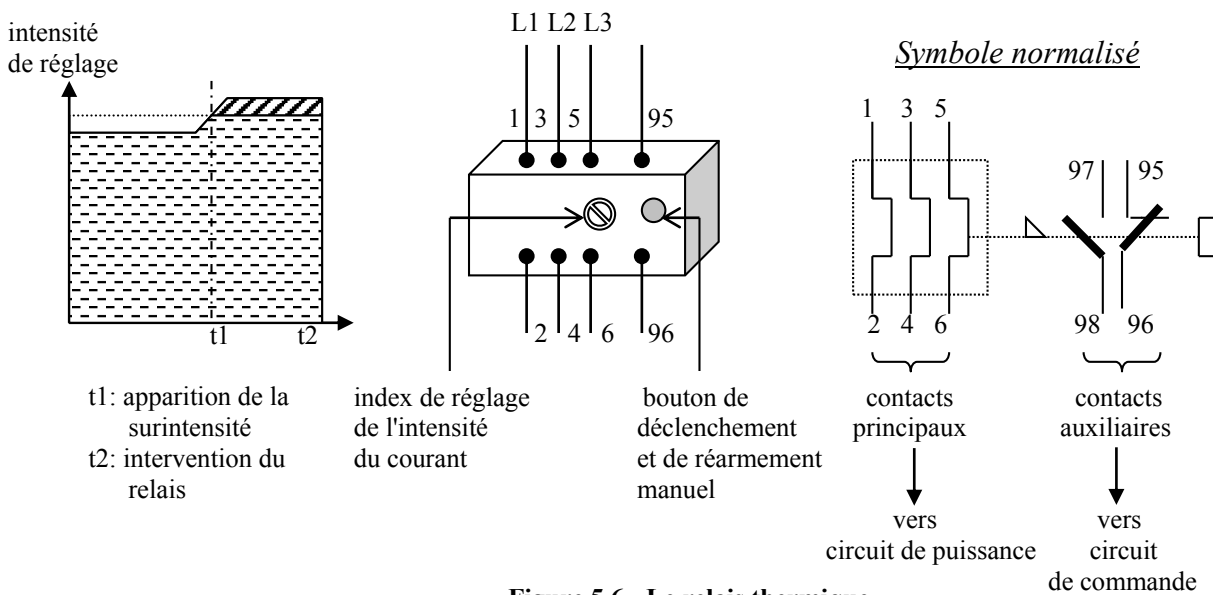


Figure 5.6 - Le relais thermique

Le principe même du relais thermique a conduit à le munir d'un système de **compensation interne** de la température ambiante, afin de ne contrôler que l'énergie thermique d'origine électrique.

Enfin son association quasi exclusive à des moteurs triphasés a permis de l'équiper d'un dispositif de surveillance de l'identité des courants dans chacune des 3 phases du moteur : c'est le **système différentiel**.

Un relais thermique compensé différentiel possédant ces trois caractéristiques est intégré à un disjoncteur, et on parle alors de **disjoncteur différentiel**.

Remarques

- 1- **Ne jamais surcalibrer un relais thermique au risque de détruire le moteur.**
- 2- Ne pas confondre interrupteur et disjoncteur différentiels. Si tous les deux se déclenchent sur un courant différentiel, le disjoncteur se déclenche également sur des surcharges et des court-circuit, alors que ce n'est pas le cas pour l'interrupteur.
- 3- Dans un souci de gain de place et de facilité de maintenance, un appareil intègre les fonctions de sectionnement (sectionneur), de commande (contacteur), de protection contre les court-circuit et les surintensités (disjoncteur différentiel). Il n'y a donc qu'un seul appareil entre le réseau d'alimentation et le récepteur, appelé le "disjoncteur différentiel intégral" (Intégral 32 de Télémécanique par exemple) ou «sectionneur-contacteur-disjoncteur intégral».
- 4- L'alimentation du récepteur (moteur asynchrone) se fait en général selon l'un des trois schémas suivants (cf. fig. 6.23 page 124): soit le schéma classique utilisant un sectionneur à fusibles, un contacteur et un relais thermique, soit l'association d'un disjoncteur-moteur (lequel intègre un disjoncteur et un relais magnétothermique) et d'un contacteur, soit l'utilisation d'un appareil unique : le sectionneur-contacteur-disjoncteur intégral.

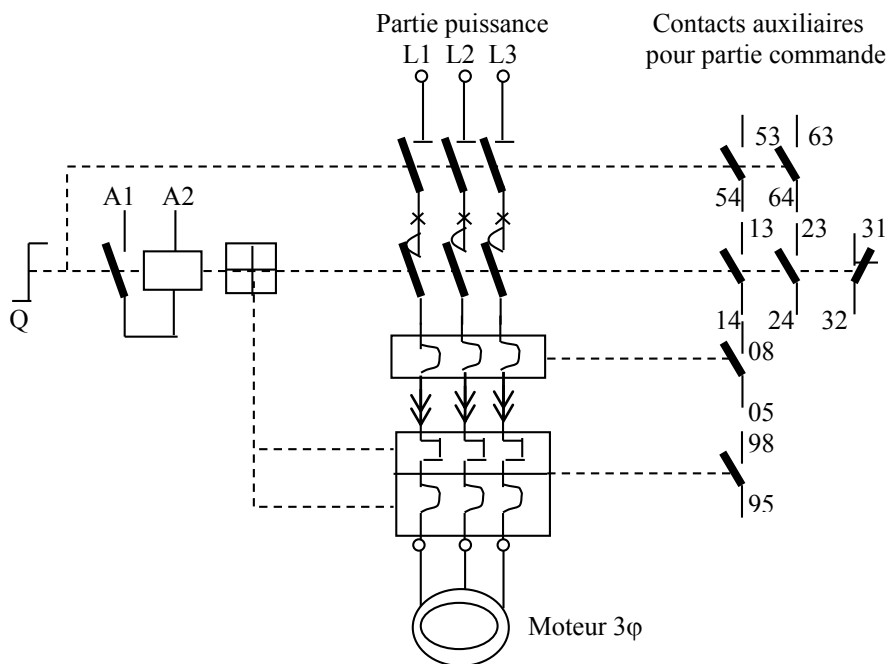


Figure 5.7 - Schéma de principe du disjoncteur différentiel intégral

Figure 5.8 - Différents types de contacts (norme NF E 04-056)

-a- Contacts électriques

Type	Commande		Exemples
à fermeture	manuelle (symbole général)	manuelle à tirette	bouton poussoir à fermeture
à ouverture	manuelle à poussoir	manuelle rotative	interrupteur rotatif
à deux directions (sans chevauchement)	mécanique de position (fins de course)	manuelle avec verrouillage	sélecteur rotatif à verrouillage
interrupteur 3 positions stables, avec position médiane d'ouverture	à clef	retardé à la fermeture	sélecteur rotatif à clef (clef de contact automobile)
interrupteur 2 positions stables	à effet thermique	retardé à l'ouverture	

-b- Appareils de séparation et de coupure

Fusible	contacteur	Rupteur	discontacteur	sectionneur	disjoncteur
---------	------------	---------	---------------	-------------	-------------

-c- Organes de commande des relais électromécaniques

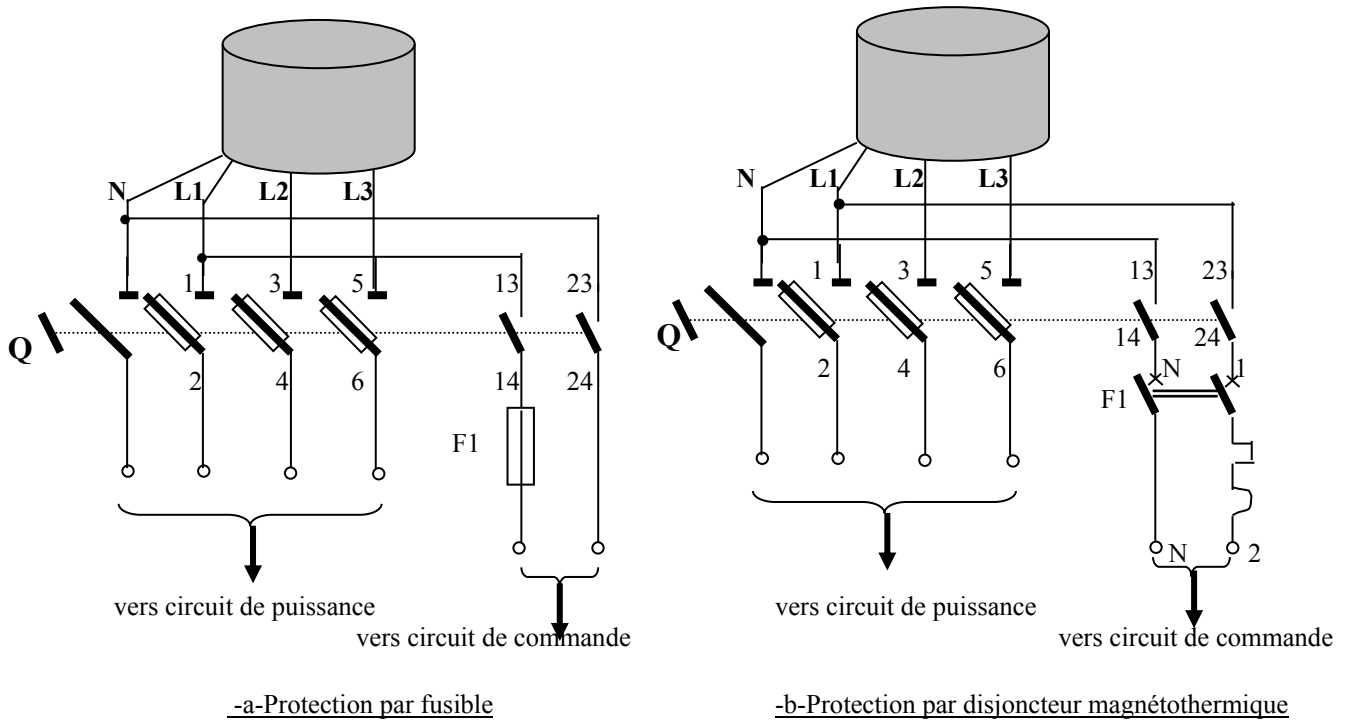
symbole général	à un enroulement	à effet thermique	à action retardée	à relâchement retardé	à impulsion
-----------------	------------------	-------------------	-------------------	-----------------------	-------------

-I-5-Circuit de commande

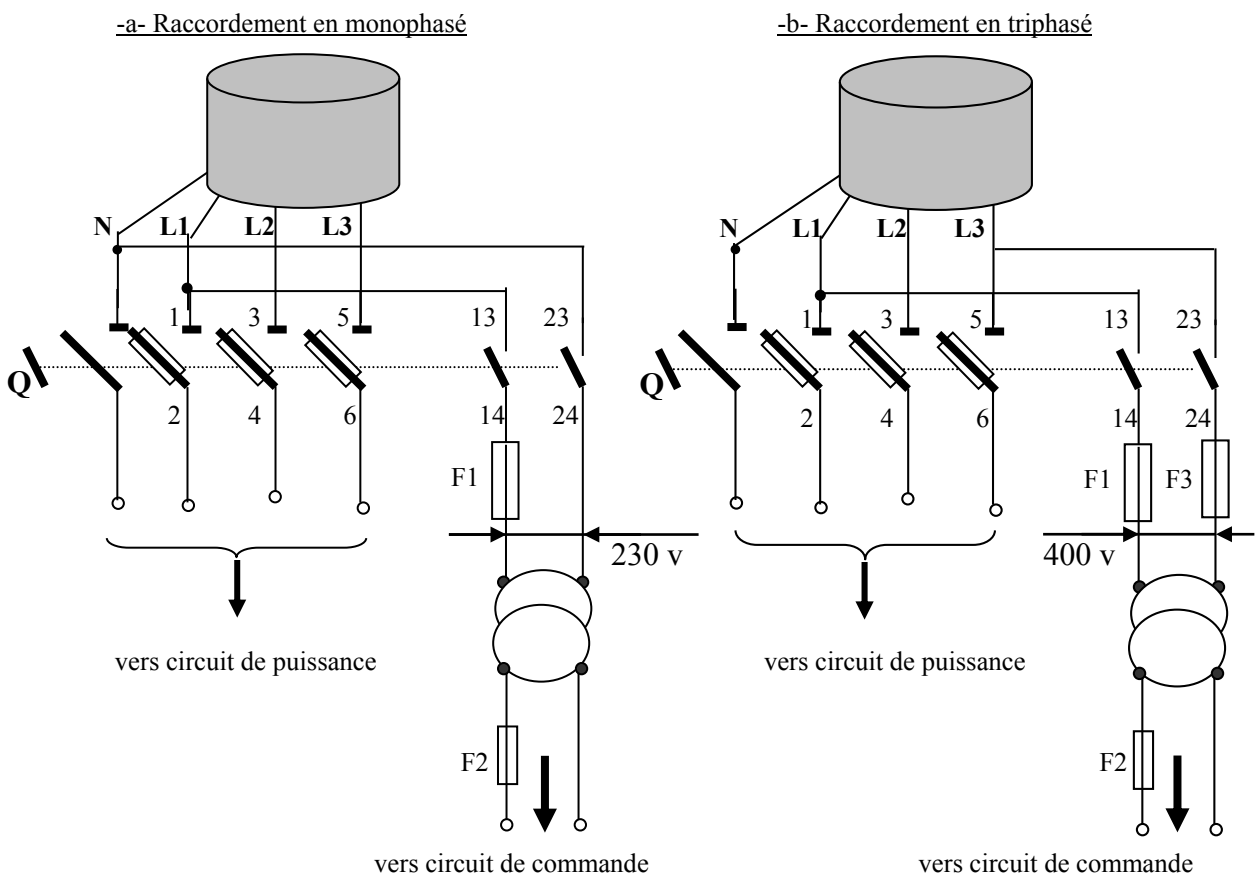
-I-5-a-Alimentation

C'est un circuit alimenté soit directement à partir du circuit de puissance (généralement monophasé), soit par l'intermédiaire d'un transformateur abaisseur de tension (notamment lorsque les règles de sécurité l'exigent).

Le calibre de la cartouche fusible dépend du nombre d'éléments constituant le circuit de commande. En général un calibre 2 ou 4 ampères est suffisant.



Figures 5.9 - Alimentation directe du circuit de commande



Figures 5.10 - Alimentation du circuit de commande en très basse tension ($V \leq 50$ v)

-I-5-b-Protection

Quand on utilise une alimentation directe monophasée du circuit de commande, la protection est très souvent assurée par un disjoncteur magnétothermique unipolaire avec neutre : il possède un pôle protégé relié à la phase, et un pôle coupé relié au neutre.

Dans le cas de l'alimentation en très basse tension,

* le choix du calibre et du type de la protection du primaire (qui est une protection contre les court-circuit) doit prendre en compte le courant magnétisant du transformateur.

Par exemple pour une protection par disjoncteur de contrôle, le calibre sera égal au courant nominal primaire multiplié par le courant magnétisant ($\leq 20 I_n$) et divisé par le courant de déclenchement magnétique (environ $13 I_n$).

Pour une protection par fusibles, l'emploi du type aM calibré au courant nominal primaire est recommandé, ces fusibles supportant le courant magnétisant du transformateur.

* La protection du secondaire contre les surcharges est assurée par un disjoncteur contrôle (relais thermique), ou par un fusible de type gG calibré au courant nominal secondaire. En général une protection sur le seul conducteur opposé au commun bobines est suffisante.

Remarque

Le relais thermique utilisé dans le circuit de puissance possède un contact auxiliaire (fermé au repos), qui est utilisé en série dans le circuit d'alimentation de la partie commande (cf. fig. 6.20 page118) pour déconnecter le circuit de commande en cas de surcharge dans le circuit de puissance.

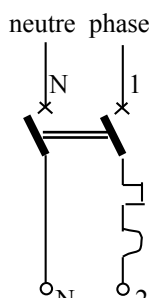
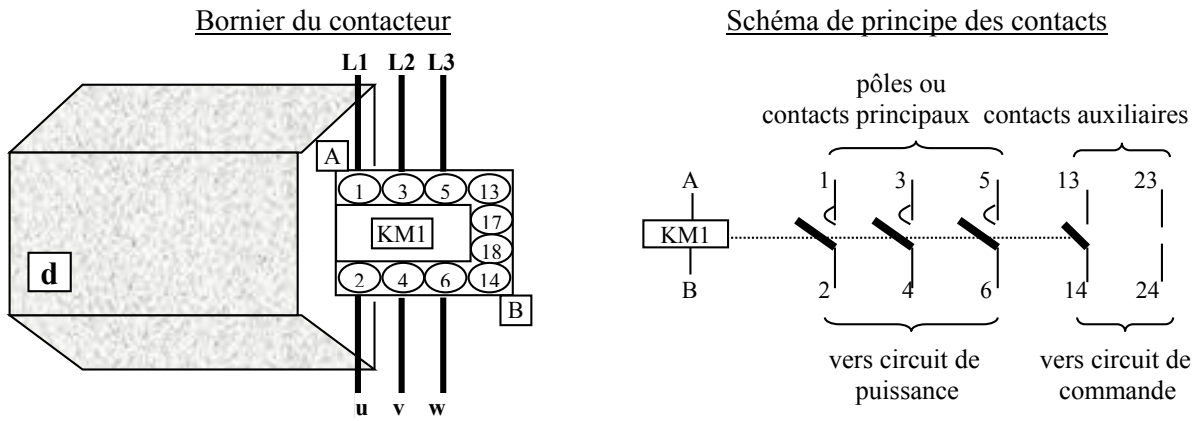


Figure 5.11 - Schéma de principe du disjoncteur magnétothermique unipolaire + neutre
un pôle protégé (phase) et un pôle sectionné (neutre)

-I-5-d-Coupures de sécurité et arrêt d'urgence

On doit pouvoir arrêter la machine et mettre hors tension le circuit électrique à l'aide d'un organe unique, bien visible et d'accès facile : on utilise en général un bouton d'arrêt d'urgence ("*coup de poing*") commandant le contacteur.



En variante A04, pour les séries D09, D12, D16, D25, les contacteurs sont livrés avec les 4 liaisons suivantes réalisées par le constructeur : KM1.13-KM1.17 ; KM1.14-KM1.18 ; KM1.1-A ; KM1.14- B .

Figure 5.18 - Câblage du contacteur série d (doc. Télémécanique)

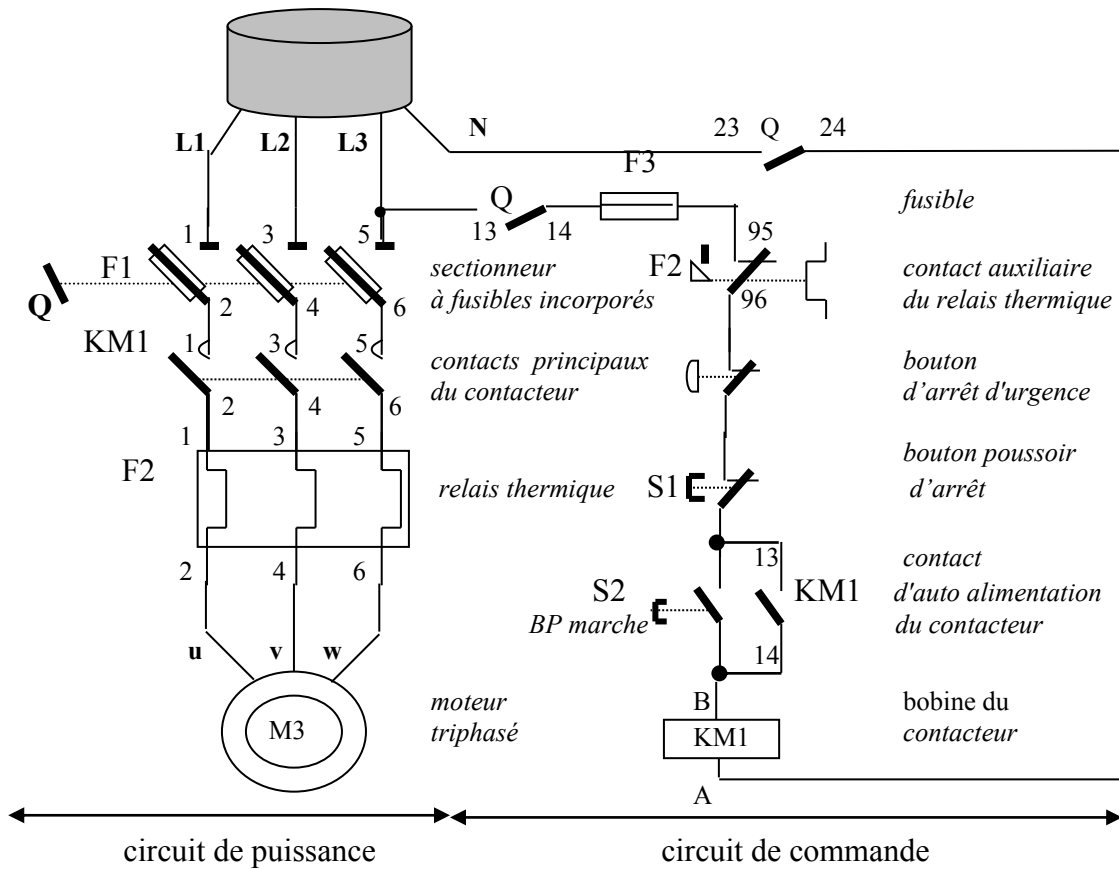


Figure 5.19 - Schéma de commande d'un moteur en mode direct

-II-3-Catégories ou classes d'emploi

-II-3-a-En courant alternatif

*Classe AC1: charges non inductives ou faiblement inductives: $\cos \varphi \geq 0.95$ et $I_d = 1.5 I_n$ (cas des fours à résistances par exemple). Elle concerne l'utilisation domestique du contacteur.

*Classe AC2 : moteurs à bagues ayant un mode de marche par à-coups. Régit également le démarrage et le freinage en contre-courant.

$\cos \varphi = 0.65$ et le courant de démarrage égal 2.5 à 4 fois I_n .

*Classe AC3 : moteurs à cage dont la coupure s'effectue moteur lancé. C'est la catégorie d'utilisation la plus courante du moteur asynchrone. $\cos \varphi = 0.35$ à 0.65 et $I_d = 5$ à 7 fois I_n .

*Classe AC4 : moteur à cage ayant un mode de marche par à-coups, démarrage et arrêts fréquents, freinage en contre-courant, inversion du sens de marche. $\cos \varphi = 0.35$ à 0.65 et $I_d = 5$ à 7 fois I_n .

-II-3-b-En courant continu

*Classe DC1 : fonctionnement dans les mêmes conditions que AC1. $\tau = L/R \leq 1$ ms.

*Classe DC2 : moteur shunt, démarrage et coupure moteur lancé. $I_d = 2.5 I_n$. $\tau = 7.5$ ms

*Classe DC3 : moteur shunt, démarrage et marche par à-coups, freinage en contre-courant (amortissement par inversion du sens du courant). $I_d = 2.5 I_n$. $\tau \leq 2$ ms.

*Classe DC4 : moteur série, même utilisation que DC2. $I_d = 2.5 I_n$. $\tau \leq 10$ ms.

*Classe DC5 : moteur série, même utilisation que DC3. $I_d = 2.5 I_n$. $\tau \leq 7.5$ ms.

Caractéristiques principales des contacteurs série D (doc. Télémécanique)

CONTACTEURS (alimentation du circuit de commande en courant alternatif)			LC1 D09	LC1 D12	LC1 D18	LC1 D25	LC1 D32	LC1 D40	LC1 D50	LC1 D65	LC1 D80	LC1 D95	
Nombre de Pôles			3	3-4	3	3-4	3	3-4	3	3-4	3-4	3	
Courant assigné d'emploi (Ie) (U ≤ 440 v)	En AC-3, $\theta \leq 55^\circ\text{C}$	A	9	12	18	25	32	40	50	65	80	95	
	En AC-1, $\theta \leq 40^\circ\text{C}$	A	25	25	32	40	50	60	80	80	125	125	
Pouvoir assigné de fermeture			A	250	250	300	450	550	800	900	1000	1100	1200
Pouvoir assigné de coupure	220-380-415-440 v	A	250	250	300	450	550	800	900	1000	1100	1100	
	500 v	A	175	175	250	400	450	800	900	1000	1000	1100	
	660-690 v	A	85	85	120	180	180	400	500	630	640	640	
Courant temporaire admissible Si le courant était au préalable nul depuis 15 min avec $\theta \leq 40^\circ\text{C}$	Pendant 1s	A	210	210	240	380	430	720	810	900	990	990	
	Pendant 5s	A	130	130	185	290	340	420	520	660	800	800	
	Pendant 10s	A	105	105	145	240	260	320	400	520	640	640	
	Pendant 30s	A	76	76	105	155	175	215	275	340	420	420	
	Pendant 1 min	A	61	61	84	120	138	165	208	260	320	320	
	Pendant 3 min	A	44	44	58	80	92	110	145	175	210	210	
	Pendant 10 min	A	30	30	40	50	60	72	84	110	135	135	
Protection par fusibles contre les courts-circuits U ≤ 440v	Circuit moteur (aM)	A	12	16	20	40	40	40	63	80	80	100	
	Avec relais thermique (gG)	A	20	25	35	63	80	100	100	100	125	160	
	Sans moteur (gG)	A	25	25	32	40	50	60	80	80	125	125	

-II-4-Appareils dérivés du contacteur

*Le *rupteur* : c'est un contacteur dont les contacts principaux sont fermés au repos.

*Le *contacteur à accrochage* : c'est un contacteur muni d'un système d'accrochage, qui empêche les contacts de retourner à la position de repos (contacts ouverts) quand on cesse d'alimenter le dispositif de commande (coupure du courant de commande de la bobine). L'accrochage et le décrochage peuvent être magnétiques, mécaniques, électriques. En fait cet appareil possède deux états stables et il est improprement appelé contacteur, car il doit répondre aux spécifications des contacteurs. On l'utilise surtout dans la commande 2 fils.

Remarque

Dans la commande 2 fils, chez Télémécanique il suffit de rajouter un dispositif d'accrochage (réf LA9 D09907) au bouton marche d'un contacteur (cf. figure 6-17) pour le transformer en un interrupteur, rendant ainsi inutile l'usage du contact d'auto maintien 13-14 ; par opposition à la commande 3 fils où l'on se sert du contact d'auto alimentation 13-14.

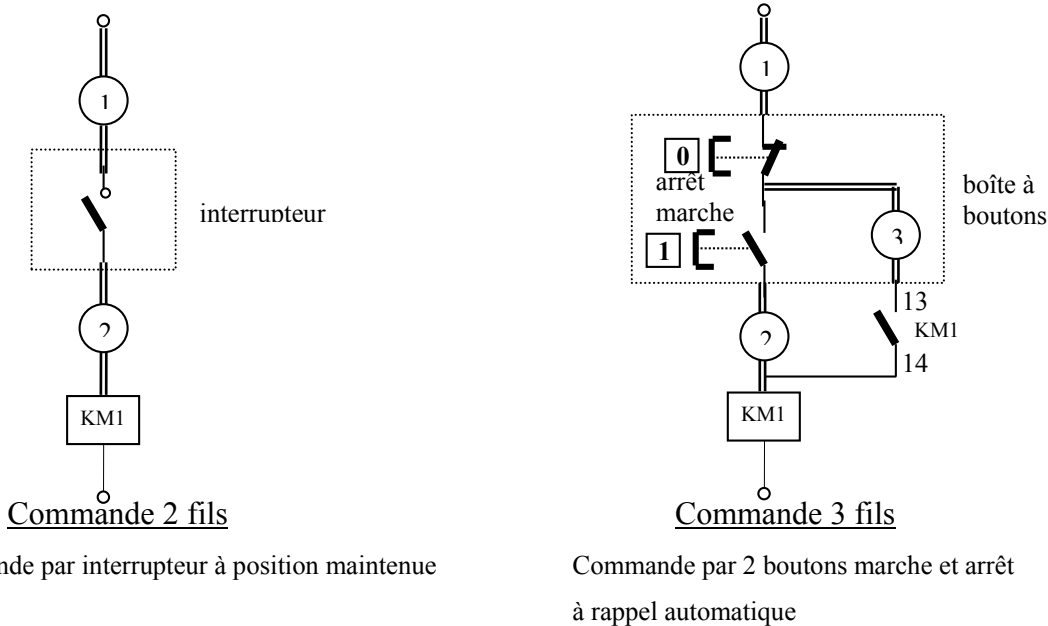


Figure 5.20 – Commandes 2 fils et 3 fils

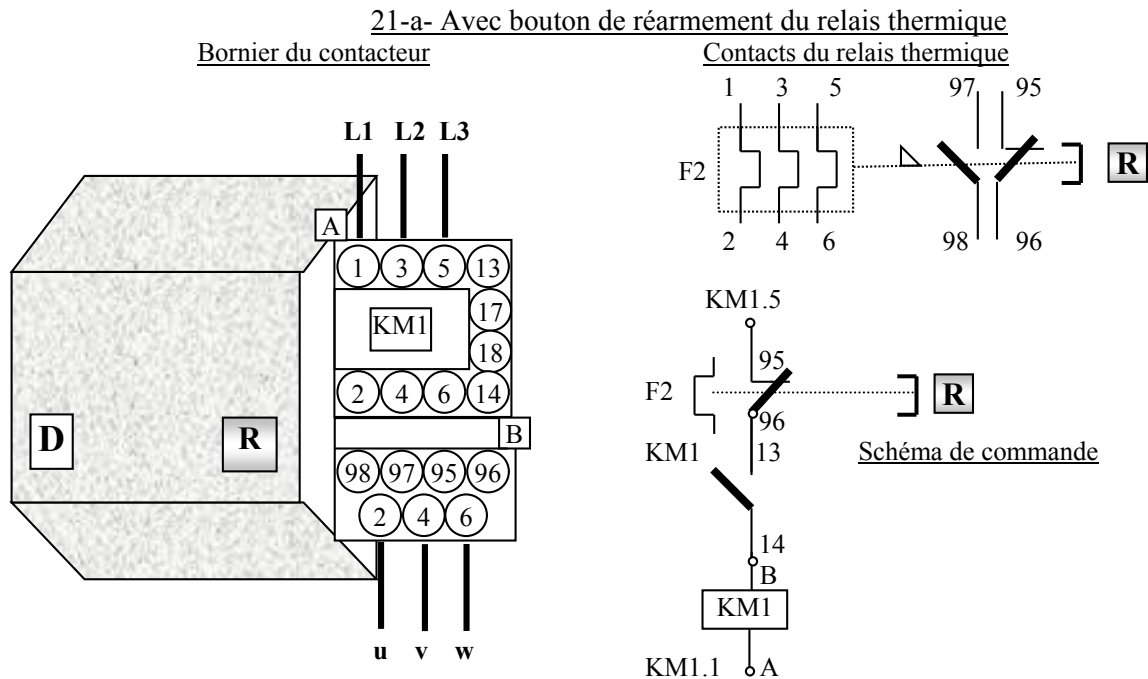
*Le *discontacteur*: c'est un contacteur assurant la fonction de disjoncteur (protection contre les courts-circuit). On le réalise en rajoutant un relais magnétique à l'intérieur du contacteur.

*Le *contacteur-disjoncteur* : c'est la combinaison d'un contacteur, d'un disjoncteur (protection contre les courts circuits) à très fort pouvoir de coupure, et d'un relais thermique (protection contre les surcharges ou les surintensités de valeur moyenne).

Remarque : chez Télémécanique le discontacteur de la série d est un contacteur, dans lequel on insère un relais thermique et deux boutons poussoirs de marche et arrêt (cf. figure 6.21-b).

**Contacteur d'inversion de phase* : il a pour rôle d'inverser deux phases pour inverser le sens de rotation du moteur. Utilisé pour le freinage d'un moteur, on lui associe un capteur de vitesse qui détecte l'annulation de la vitesse d'un moteur. Quand cette vitesse est nulle le circuit s'ouvre provoquant l'arrêt du moteur.

Figure 5.21 - Discontacteur série D (doc. Telemecanique)



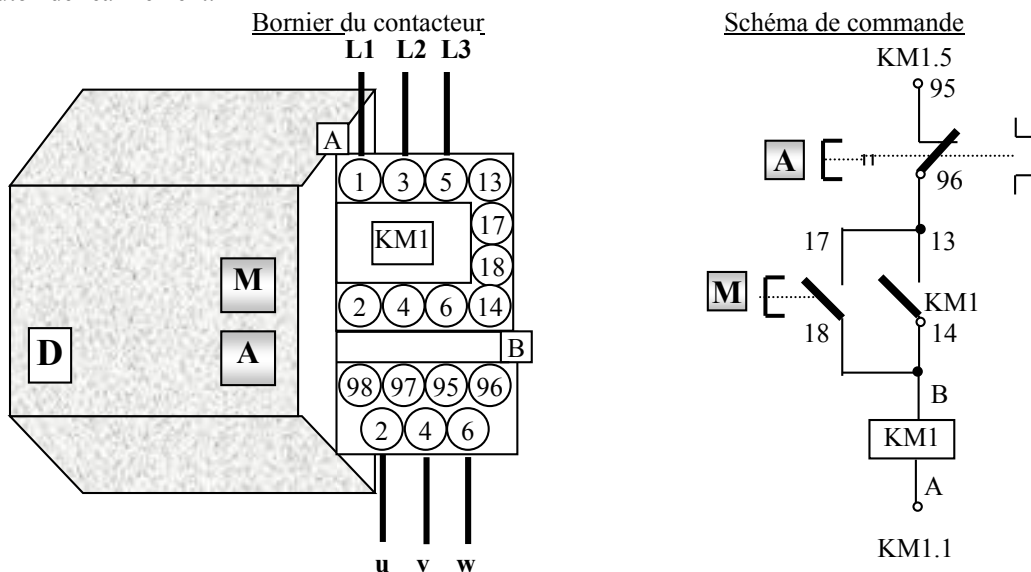
On réalise le discontacteur en insérant les bornes 1, 3, 5 du relais thermique sous les bornes 2, 4, 6 du contacteur (cf. figure 6-12). On rajoute aussi sur le coffret un bouton poussoir de réarmement du relais thermique (forçage des contacts fermés au repos).

En variante A05, pour les séries D09, D12, D16, D25, les contacteurs sont livrés avec les 6 liaisons suivantes réalisées par le constructeur (si une des liaisons est indésirable, elle est supprimée par l'utilisateur):

$KM1.13 \leftrightarrow KM1.17$ $KM1.1 \leftrightarrow A$ $KM1.5 \leftrightarrow F2.95$
 (bobine alimentée en 380V) $KM1.14 \leftrightarrow KM1.18$ $KM1.14 \leftrightarrow B$ $KM1.13 \leftrightarrow F2.96$

21-b- Avec boutons poussoirs marche et arrêt à rappel automatique (variante A13)

Ce discontacteur est réalisé à partir du précédent, dans lequel deux boutons poussoirs marche et arrêt remplacent le bouton de réarmement.



-III- APPAREILS MIS EN ŒUVRE DANS UN EQUIPEMENT DE DEMARRAGE

Tout système de démarrage se doit de limiter l'intensité absorbée par le moteur, tout en maintenant les performances mécaniques conformes au cahier de charges, de l'ensemble « moteur - machine entraînée ».

Le démarrage du moteur peut être direct, par paliers, progressif, variable suivant une loi de vitesse. Les deux premières solutions font appel à une technologie électromécanique, la dernière à la technologie électronique. Dans tous les cas l'équipement du circuit terminal moteur (dit « circuit de démarrage »), est une association d'appareils qui satisfait les quatre fonctions principales suivantes :

- *Sectionnement* : pour isoler cette partie par rapport au circuit amont et permettre les interventions de maintenance en toute sécurité.
- *Protection contre les court-circuit* : avec une détection suivie d'une coupure rapide pour éviter la détérioration de l'installation.
- *Commutation* : dont la commande peut être manuelle, semi-automatique ou automatique.
- *Protection contre les surcharges* : avec une détection et une coupure qui doivent éviter que toute élévation intempestive de la température du moteur n'entraîne la détérioration de ses isolants.

FONCTION	SOLUTION FONCTIONNELLE	DESIGNATION DES APPAREILS					
		SECTION-NEUR	FUSIBLE	DISJONCTEUR	RELAIS THERMIQUE	CONTACTEUR	VARIATEUR ELECTRONIQUE
Sectionnement	* par pôles spécifiques	●					
	* avec les pôles de puissance			●			
Protection contre les courts-circuits	* par fusibles		●				
	* par déclencheur magnétique			●			
Commutation	* à commande manuelle			●			
	* à commande automatique					●	
	* à commande électronique						●
Protection contre les surcharges	Par déclencheur thermique				●		

Les associations d'équipements de démarrage les plus utilisées pour alimenter des moteurs triphasés sont au nombre de trois.

-a- Association sectionneur à fusibles + contacteur + relais thermique

C'est le schéma classique de commande des machines asynchrones (cf. figure 6.19).

Quand on ouvre le sectionneur, la mise à l'arrêt du circuit de puissance est effectuée par le circuit de commande, à cause de l'ouverture préalable des contacts de pré coupure insérés dans le circuit de commande avant les contacts principaux du circuit de puissance (cf. paragraphe I-3).

Il en est de même en cas de surintensité, qui provoque d'abord l'ouverture du circuit de commande (grâce aux contacts auxiliaires du relais thermique).

-b- Association disjoncteur-moteur + contacteur

Un seul appareil assure le sectionnement (disjoncteur), la protection contre les court-circuit (déclencheur magnétique), et la protection contre les surcharges (déclencheur thermique réglable) : c'est le disjoncteur-moteur magnétothermique.

Avec cette association, la surintensité provoque directement l'ouverture du circuit de puissance, contrairement au cas précédent où l'ouverture (et donc l'arrêt) du circuit de puissance suite à une surintensité se fait *indirectement* via le circuit de commande et le contacteur.

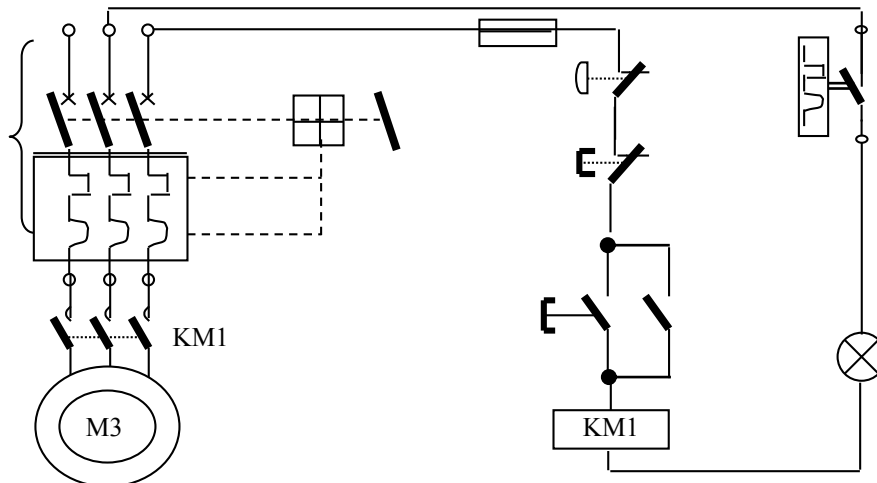


Figure 5.22- Commande d'un moteur asynchrone par disjoncteur-moteur + contacteur

-c- Sectionneur-contacteur-disjoncteur intégral

Cet appareil unique entre le réseau et le moteur (cf. figure 6.7) assure les 3 fonctions de sectionnement, protection et commutation.

IV- CALIBRAGE DES DISPOSITIFS DE PROTECTION

(Source : <https://slideplayer.fr/slide/13656164/> Synthèse et commentaires : Hamdi Hocine – Juin 2020)

1. Tables normalisées de correspondance puissance nominale – courant

a. Courant absorbé en catégories AC3 et AC4

Moteurs asynchrones

En fonction de la puissance du moteur, le tableau ci-dessous donne la valeur de l'intensité absorbée :

$$(I_{abs} = \frac{P_n}{\sqrt{3} U \eta \cos \varphi})$$

P_n : puissance nominale en W
 η : rendement

En toute rigueur on aurait dû écrire I_a au lieu de I_{abs} car $I_{abs}^2 = I_a^2 + I_r^2$
 (I_{abs} est un courant apparent, I_a un courant actif, I_r un courant réactif).
 Attention ! Ne pas confondre avec $I_n = I_a \cdot \eta$

distribution triphasée (230 ou 400 v)

puissance nominale (kW)	0,37	0,55	0,75	1,1	1,5	2,2	3	4	5,5	7,5	11	15	18,5	22
puissance nominale (CV)	0,5	0,75	1	1,5	2	3	4	5,5	7,5	10	15	20	25	30
intensité absorbée (A)	230 V	2,8	5	6,5	9	15	20	28	39	52	64	75	85	100
	400 V	1,2	1,6	2	2,8	5,3	7	9	12	16	23	30	37	43
puissance nominale (kW)	25	30	37	45	55	75	90	110	132	147	160	200	220	250
puissance nominale (CV)	35	40	50	60	75	100	125	150	180	200	220	270	300	340
intensité absorbée (A)	230 V	85	100	180	360	427								
	400 V	59	72	85	105	140	170	210	250	300	380	420	480	

Nota : la protection du câble contre les surcharges est assurée par un relais thermique séparé. L'association disjoncteur-contacteur-relais thermique est développée dans les pages intitulées "protection des départs moteurs" (voir page K115).

b. Courant d'emploi en catégorie AC1

Lampes à incandescence et appareils de chauffage

Pour chaque type de tension d'alimentation le courant d'emploi I_b est indiqué, ainsi que le calibre à choisir :

- $I_b = P/U$ en monophasé
- $I_b = P/U \sqrt{3}$ en triphasé.

La puissance considérée est la puissance apparente. Elle est égale à la puissance active car il s'agit de circuits résistifs, $\cos \varphi = 1$

puiss. (kW)	230 V	mono	230 V	tri	400 V	tri
	lb (A)	cal (A)	lb (A)	cal (A)	lb (A)	cal (A)
1	4,35	6	2,51	3	1,44	2
1,5	6,52	10	3,77	6	2,17	3
2	8,70	10	5,02	10	2,89	6
2,5	10,9	15	6,28	10	3,61	6
3	13	15	7,53	10	4,33	6
3,5	15,2	20 ⁽¹⁾	8,72	10	5,05	10
4	17,4	20	10	16	5,77	10
4,5	19,6	25	11,3	16	6,5	10
5	21,7	25	12,6	16	7,22	10
6	26,1	32	15,1	20 ⁽¹⁾	8,66	10
7	30,4	32	17,6	20	10,1	16
8	34,8	38	20,1	25	11,5	16
9	39,1	50	22,6	25	11,5	16
10	43,5	50	25,1	32	14,4	20 ⁽¹⁾

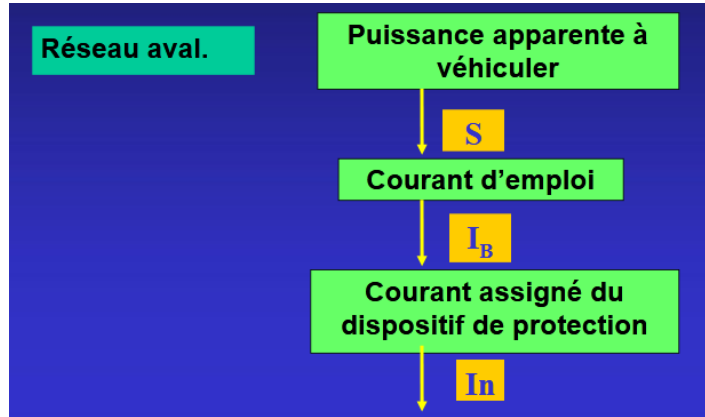
(1) Puissance maximale à ne pas dépasser pour des appareils télécommandés (Réflex - contacteur, etc.) pour utilisation en éclairage incandescent.

2. Démarche de fixation du calibre

Pour fixer le courant de réglage I_r (ou courant assigné) du dispositif de protection, on le prend **égal au courant nominal I_n** .

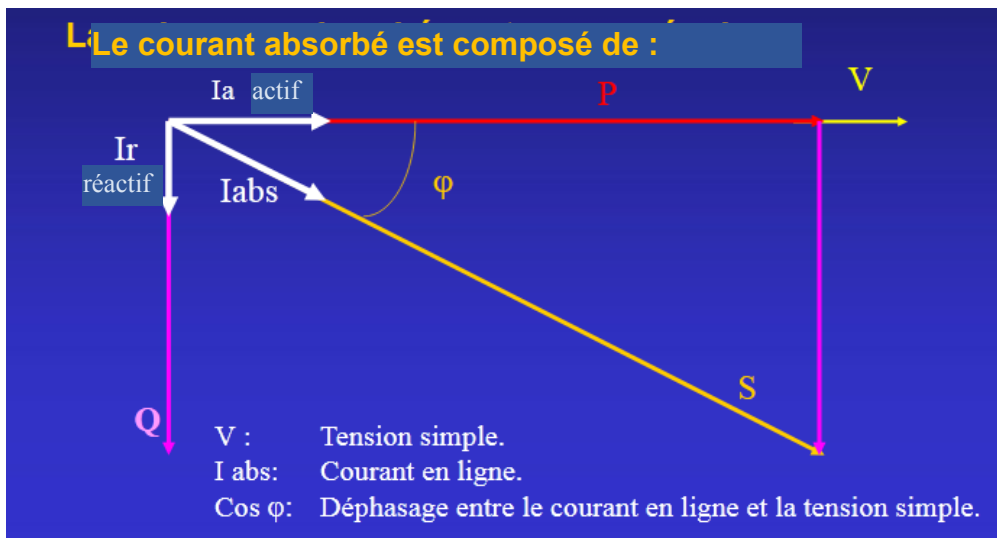
Ce courant correspond à la valeur maximale du courant que peut supporter le récepteur (moteur, résistances, etc.) sans détérioration, dans des conditions normales de fonctionnement.

Pour le déterminer la démarche est la suivante :



3. Puissance absorbée

La **puissance absorbée** ou **puissance apparente** est la puissance utilisée pour le calcul du courant et le calibrage des composants. Elle doit absolument tenir compte des deux composantes active et réactive.



	Continu	Monophasé	Triphasé
active	$P = U I$	$P = U I \cos \varphi$	$P = \sqrt{3} U I \cos \varphi$
réactive		$Q = U I \sin \varphi$	$Q = \sqrt{3} U I \sin \varphi$
apparente	$S = P = U I$	$S = U I = \sqrt{P^2 + Q^2}$	$S = \sqrt{3} U I = \sqrt{P^2 + Q^2}$

4. Courant d'emploi I_b

Détermination du courant d'emploi :

Au niveau des circuits divisionnaires on calcule le courant en prenant la branche de circuit apparente de la canalisation considérée.

$I_{b1} = S1 / (\sqrt{3} U)$

$I_{b2} = S2 / (\sqrt{3} U)$

Pour les circuits terminaux on prend le courant nominal du récepteur

Au niveau de la source on prend $I_b = I_n$ du transformateur.

5. Courant assigné I_n du dispositif de protection

Après avoir calculé tous les courants, on peut déterminer les calibres des disjoncteurs.

$I_n \text{ ou } I_R \geq I_b$

Les constructeurs donnent en général des tableaux qui permettent de déterminer directement les calibres des disjoncteurs terminaux en fonction de la puissance et de la nature du récepteur.

Pour les autres départs (autres que les moteurs), il suffit de vérifier la relation :

$$I_n > I_b$$

I_b : courant d'emploi
 I_n : calibre du courant nominal ou de réglage R

Et prendre le calibre existant dans le tableau de choix des disjoncteurs.