

**OFPPT**

ROYAUME DU MAROC

مكتب التكوين المهني وإنعاش الشغل

Office de la Formation Professionnelle et de la Promotion du Travail

DIRECTION RECHERCHE ET INGENIERIE DE FORMATION

**RESUME THEORIQUE  
&  
GUIDE DE TRAVAUX PRATIQUES**

**MODULE 7**

**INSTALLATION ET BRANCHEMENT  
DE COMMANDES SEMI-  
AUTOMATIQUES DES MOTEURS  
ASYNCHRONES**

**SECTEUR : GÉNIE ÉLECTRIQUE**

**SPECIALITE : ÉLECTRICITÉ DE BATIMENT**

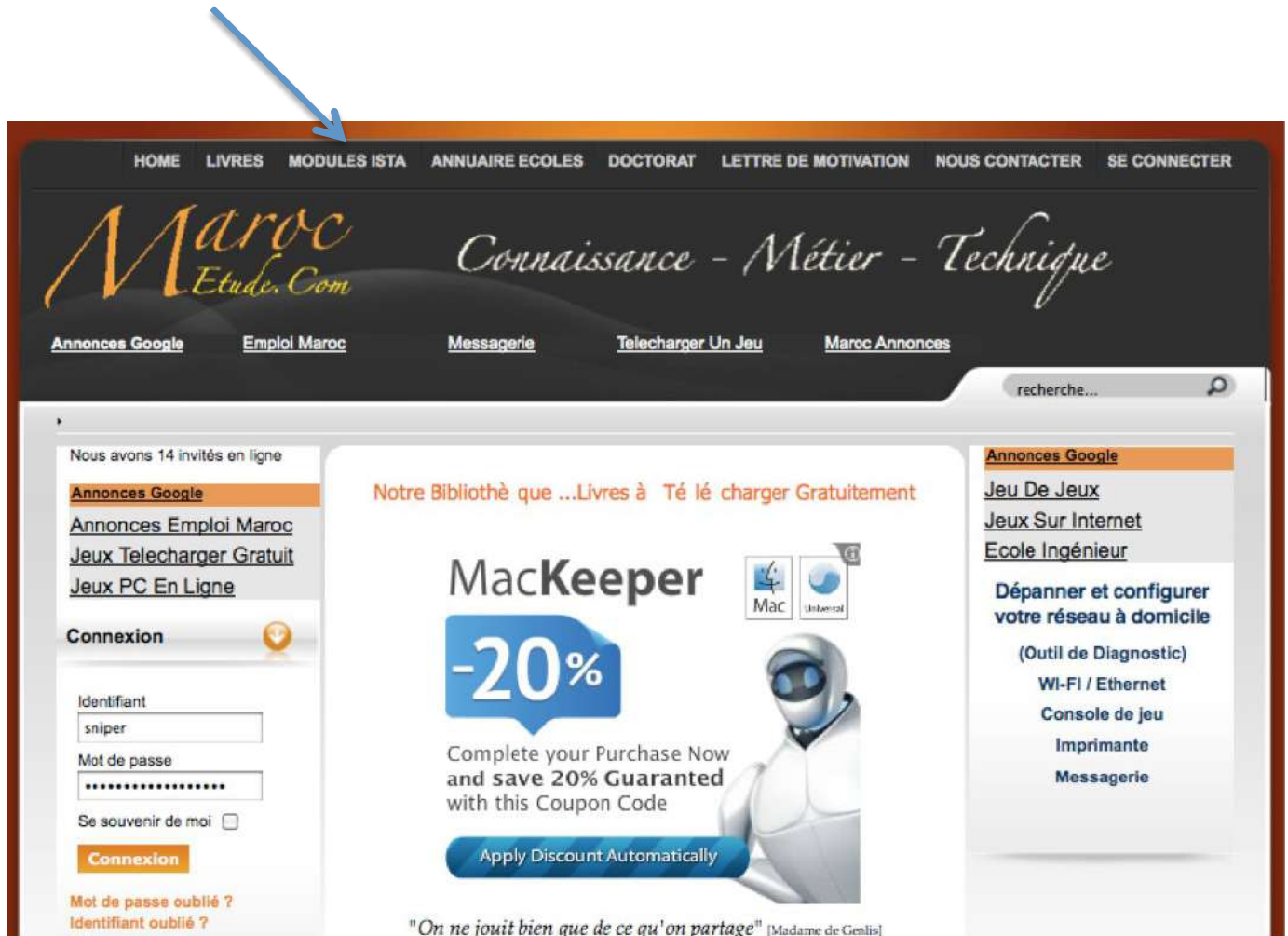
**NIVEAU : SPECIALISATION**

## PORTAIL DE LA FORMATION PROFESSIONNELLE AU MAROC

Télécharger tous les modules de toutes les filières de l'OFPPT sur le site dédié à la formation professionnelle au Maroc : [www.marocetude.com](http://www.marocetude.com)

Pour cela visiter notre site [www.marocetude.com](http://www.marocetude.com) et choisissez la rubrique :

[MODULES ISTA](#)



The screenshot shows the website interface for Maroc Etude.Com. The top navigation bar includes links for HOME, LIVRES, **MODULES ISTA**, ANNUAIRE ECOLES, DOCTORAT, LETTRE DE MOTIVATION, NOUS CONTACTER, and SE CONNECTER. The main header features the logo 'Maroc Etude.Com' and the tagline 'Connaissance - Métier - Technique'. Below the header, there are several utility links: Annonces Google, Emploi Maroc, Messagerie, Télécharger Un Jeu, and Maroc Annonces. A search bar is located on the right side of the header.

The main content area is divided into three columns:

- Left Column:** Contains a notification 'Nous avons 14 invités en ligne', a list of links under 'Annonces Google' (Annonces Google, Emploi Maroc, Jeux Télécharger Gratuit, Jeux PC En Ligne), a 'Connexion' section with a dropdown arrow, a login form with fields for 'Identifiant' (containing 'sniper') and 'Mot de passe', a 'Se souvenir de moi' checkbox, and a 'Connexion' button. At the bottom of this column are links for 'Mot de passe oublié ?' and 'Identifiant oublié ?'.
- Center Column:** Features a promotional banner for 'MacKeeper' with a '-20%' discount. The text reads: 'Notre Bibliothèque que ...Livres à Télé charger Gratuitement', 'MacKeeper -20%', 'Complete your Purchase Now and save 20% Guaranteed with this Coupon Code', and 'Apply Discount Automatically'. It also includes logos for Mac and Universal, an image of a robot, and a quote at the bottom: '"On ne jouit bien que de ce qu'on partage"' [Madame de Genlis].
- Right Column:** Contains a search bar and a list of links under 'Annonces Google': 'Jeu De Jeux', 'Jeux Sur Internet', 'Ecole Ingénieur', 'Dépanner et configurer votre réseau à domicile' (with sub-links for '(Outil de Diagnostic)', 'Wi-Fi / Ethernet', 'Console de jeu', 'Imprimante', and 'Messagerie').

**Document élaboré par :**

**Nom et prénom  
CHELARU RADU**

**EFP  
CDC GENIE  
ELECTRIQUE**

**DR  
DRGC**

**Révision linguistique**

- 
- 
- 

**Validation**

- 
-

<b>MODULE : 7</b>	<b>INSTALLATION ET BRANCHEMENT DES COMMANDES SEMI-AUTOMATIQUES DES MOTEURS ASYNCHRONES</b>
-------------------	--

Durée : 60

OBJECTIF OPERATIONNEL DE PREMIER NIVEAU  
DE COMPORTEMENT

**COMPORTEMENT ATTENDU**

Pour démontrer sa compétence l'apprenti doit **installer et brancher des commandes semi-automatiques des moteurs asynchrones**, selon les conditions, les critères et les précisions qui suivent.

**CONDITIONS D'EVALUATION :**

- Individuellement
- A partir :
  - des directives
  - de situations simulées
- A l'aide :
  - de questionnaires à compléter
- de moteurs.

**CRITERES GENERAUX DE PERFORMANCE**

- Choix et utilisation des appareils de commande
- Respect des limites d'utilisation
- Respect des règles de sécurité et de santé.

OBJECTIF OPERATIONNEL DE PREMIER NIVEAU  
DE COMPORTEMENT

**PRECISIONS SUR LE  
COMPORTEMENT ATTENDU**

**CRITERES PARTICULIERS DE  
PERFORMANCE**

- |   |   |
|---|---|
| A- Interpréter des plans et des manuels techniques. | ✓ Interprétation juste des symboles et des conventions.   |
| B- Planifier le travail.                            | ✓ Choix approprié de l'équipement, de l'outillage et du matériel nécessaires.   |
| C- Raccorder des moteurs asynchrones                | <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Raccordement conforme au schéma.</li> <li>✓ Respect des techniques de raccordement.</li> </ul>                 |
| D- Vérifier le fonctionnement.                      | <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Respect de la technique de vérification.</li> <li>✓ Fonctionnement normal et sécuritaire du moteur.</li> </ul> |
| E- Ranger et nettoyer.                              | ✓ Rangement approprié et propreté des lieux.  |

## OBJECTIFS OPERATIONNELS DE SECOND NIVEAU

l'apprenti DOIT MAITRISER LES SAVOIRS, SAVOIR FAIRE, SAVOIR PERCEVOIR OU SAVOIR ETRE JUGE PREALABLES AUX APPRENTISSAGES DIRECTEMENT REQUIS POUR L'ATTEINTE DE L'OBJECTIF DE PREMIER NIVEAU, TELS QUE :

### **Avant d'apprendre à interpréter des plans et des manuels techniques**

#### **l'apprenti doit (A) :**

1. Décrire le fonctionnement des divers types de moteurs asynchrones
2. Expliquer les modes de démarrage des moteurs asynchrones
3. Utiliser des plans et des manuels techniques.

### **Avant d'apprendre à planifier le travail l'apprenti doit (B) :**

4. Discerner les mesures de protection individuelle et collective applicables à l'exécution de travaux d'électricité.

### **Avant d'apprendre à raccorder des moteurs asynchrones l'apprenti doit (C) :**

5. Distinguer les caractéristiques de l'appareillage de commande et de protection des moteurs asynchrones
6. Expliquer le fonctionnement des circuits de commande et de puissance des moteurs asynchrones
7. Identifier les précautions à prendre lors du raccordement.
8. Utiliser les outils de l'électricien.

### **Avant d'apprendre à vérifier le fonctionnement (D) :**

9. Régler et calibrer les paramètres de fonctionnement.
10. Vérifier le fonctionnement des dispositifs de sécurité.

### **Avant d'apprendre à ranger et nettoyer (E) :**

11. Développer une méthode de rangement efficace et sécuritaire.

## SOMMAIRE

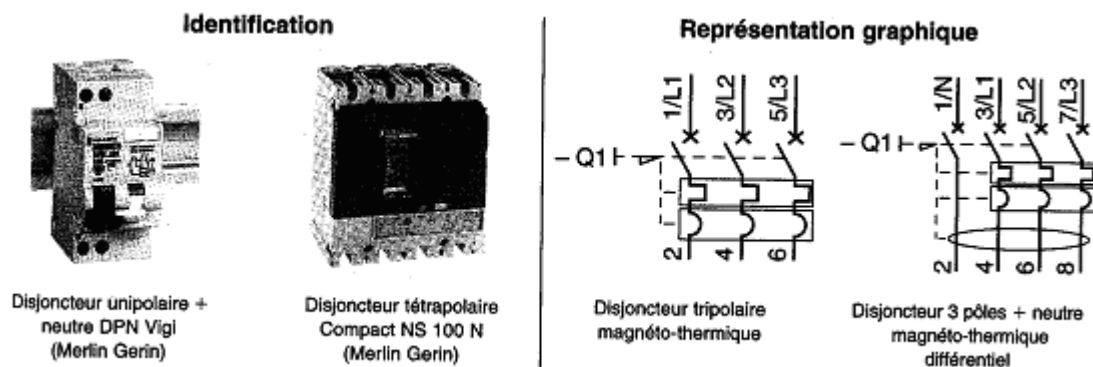
RESUME THEORIQUE.....	6
I. LES APPAREILS DE COMMANDE, DE SIGNALISATION ET DE PROTECTION POUR L'INSTALLATION ET BRANCHEMENT DES COMMANDES SEMI- AUTOMATIQUES DES MOTEURS ASYNCHRONES.....	7
II. MOTEUR ASYNCHRONE TRIPHASÉ.....	20
GUIDE DES TRAVAUX PRATIQUES .....	41
TP 1 - DEMARRAGE DIRECT SEMI-AUTOMATIQUE, UN SENS DE ROTATION .....	44
TP 2 - DEMARRAGE DIRECT SEMI-AUTOMATIQUE, DEUX SENS DE ROTATION .	48
TP 3 - DEMARRAGE ETOILE TRIANGLE.....	53
TP 4 - DEMARRAGE PAR ELIMINATION DE RESISTANCES STATORIQUES .....	58

**Module : 7 – INSTALLATION ET  
BRANCHEMENT  
DES COMMANDES SEMI-AUTOMATIQUES DES  
MOTEURS ASYNCHRONES  
RESUME THEORIQUE**



# I. LES APPAREILS DE COMMANDE, DE SIGNALISATION ET DE PROTECTION POUR L'INSTALLATION ET BRANCHEMENT DES COMMANDES SEMI-AUTOMATIQUES DES MOTEURS ASYNCHRONES

## I.1. Disjoncteur



### Fonctions

- Établir ou interrompre l'alimentation des canalisations électriques ou des récepteurs.
- Isoler, éventuellement, une installation ou un équipement de son réseau d'alimentation.
- Protéger les installations et équipements électriques contre les surcharges de toute nature.
- Protéger, éventuellement, les personnes contre les contacts indirects.

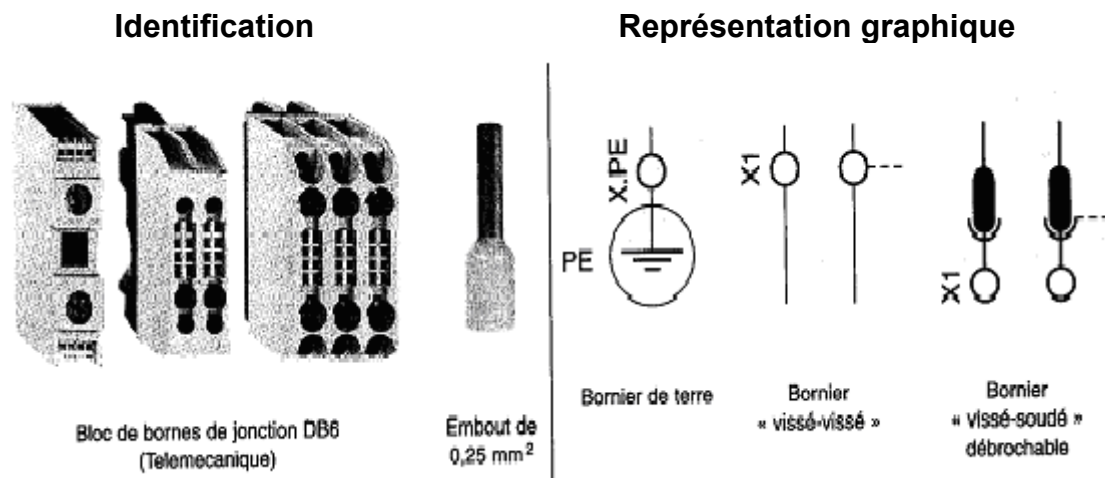
### Types

- Disjoncteur associé à un relais magnétique: il assure la protection contre les courts - circuits.
- Disjoncteur associé à un relais thermique: il assure la protection des matériels contre les surcharges.
- Disjoncteur associé à un relais magnéto-thermique : il assure la protection contre les courts-circuits et contre les surcharges.
- Disjoncteur associé à un relais magnéto-thermique et à un relais différentiel : il assure la protection contre les courts-circuits et contre les surcharges ; il assure aussi la protection des personnes contre les contacts indirects.
  - Le disjoncteur peut être :
    - unipolaire + neutre; bipolaire; tripolaire + neutre; tétrapolaires ;
    - cadenassable ou non; avec ou sans dispositif de télécommande; avec prises avant ou arrière.

## Consignes

- Une fois par mois, appuyer sur le bouton test T. Le disjoncteur doit s'ouvrir; le voyant mécanique passe au rouge dans la fenêtre du bloc Vigi; réarmer.
- Les protections assurées par le disjoncteur dépendent des relais de protection qui lui sont associés.

## I.2. Dispositif de raccordement



## Fonction

- Permettre le raccordement de conducteurs entre eux.

## Types

- Peignes de raccordement: ils permettent les raccordements des appareils modulaires; ils peuvent être unipolaires, unipolaires + neutre, bipolaires, tripolaires + neutre, tétrapolaires.
- Borniers et barrettes de raccordement: ils peuvent comporter 4 à 32 trous; ils permettent la répartition et le raccordement des conducteurs.
- Bornes de jonction: elles assurent le raccordement de tous types de câbles ou conducteurs.
- Répartiteurs unipolaires: ils permettent de distribuer et de raccorder plusieurs conducteurs par pincement.
- Barrettes de connexion: ce sont des éléments à vis imperdables type Hypo ; Nylbloc ; Suprem pour des capacités de 4 à 25 mm<sup>2</sup>; ce sont des bornes anti-cisaillantes à vis avec ou sans pattes pour des capacités de 2 x 6 à 2 x 75 mm<sup>2</sup>.
- Embouts de câblage pour fils souples: ils permettent des connexions sûres par répartition homogène du courant sur l'ensemble des brins et assurent l'isolement du conducteur par rapport aux connexions voisines (de 0,25 à 6 mm<sup>2</sup>).

- Systèmes de repérage: ils peuvent être organisés par couleurs (code international) ; par chiffres; par lettres majuscules pour les blocs de jonction ou pour la filerie.

### Consignes

- Utiliser des embouts de câblage pour fils souples à raccorder dans des blocs de jonction.
- Ne jamais raccorder plusieurs fils de protection électrique (PE ou PEN) dans une même borne, utiliser des connecteurs ou des borniers répartiteurs.
- Il existe un nombre important de dispositifs de raccordement et de repérage, on doit consulter les catalogues pour plus de détails.

## I.3. Interrupteur

### Identification

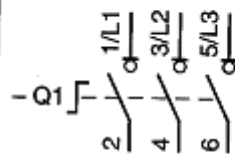


Interrupteur sectionneur  
tripolaire Vario VCF-...  
(Telemecanique)

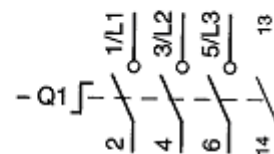


Interrupteur sectionneur  
tétrapolaire INS63  
(Merlin Gerin)

### Représentation graphique



Interrupteur-sectionneur  
tripolaire type Vario



Interrupteur tripolaire  
+ 1 x F

### Fonctions

- Établir ou interrompre l'alimentation électrique dans les conditions normales de fonctionnement.
- Isoler, éventuellement, un équipement électrique de son réseau d'alimentation.

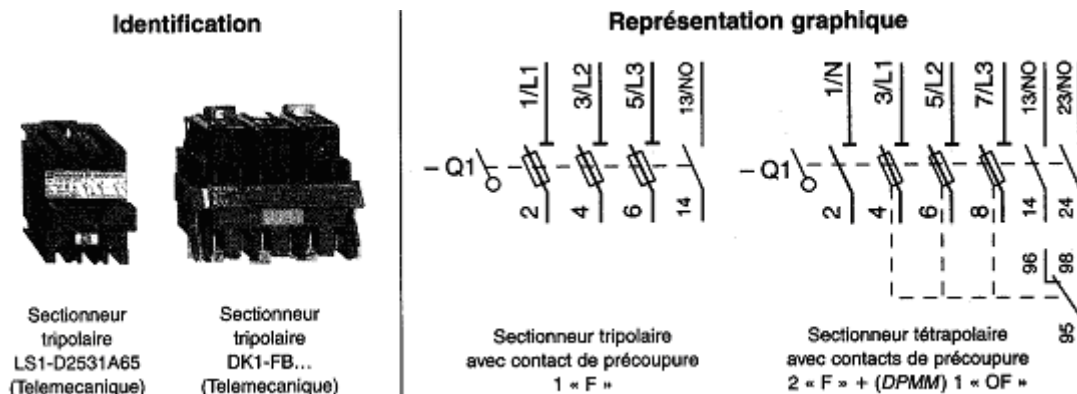
### Types

- Interrupteur à fusibles: il peut être modulaire; unipolaire + neutre; bipolaire ;tripolaire; tripolaire + neutre; il reçoit des cartouches fusibles cylindriques aM ou gG pour la protection des câbles jusqu'à  $16 \text{ mm}^2$ .
- Interrupteur- sectionneur d'arrêt d'urgence: il peut être tripolaire jusqu'à 140 A; des contacts auxiliaires ou un pôle principal supplémentaire peuvent lui être ajoutés; il a une fonction d'arrêt d'urgence; il est cadenassable en position d'ouverture; la coupure est pleinement apparente.
- Interrupteur: il comporte 2 à 4 pôles principaux de 100 à 400 A et des contacts auxiliaires; il peut être avec ou sans bloc de télécommande.
- Interrupteur sectionneur: il comporte 3 ou 4 pôles principaux de 40 à 160 A et des contacts auxiliaires; il est à commande manuelle.

## Consignes

- La consignation d'un interrupteur-sectionneur ne peut se faire que si l'appareil est muni d'un dispositif cadenassable. En cas de fusion, toutes les cartouches fusibles d'un interrupteur à fusibles doivent être remplacées (même type et même calibre).
- L'interrupteur ne possède qu'un pouvoir de coupure limité; il ne doit être manœuvré que dans les conditions normales du circuit (y compris les conditions spécifiques de surcharge de circuit). L'interrupteur peut recevoir un relais différentiel pour assurer la protection des personnes.

## I.4. Sectionneur



## Fonctions

- Isoler, électriquement, une installation ou un équipement de son réseau d'alimentation.
- Permettre, éventuellement, la protection contre les courts-circuits.
- Permettre, éventuellement, la consignation par un dispositif de cadenassage en position d'ouverture.

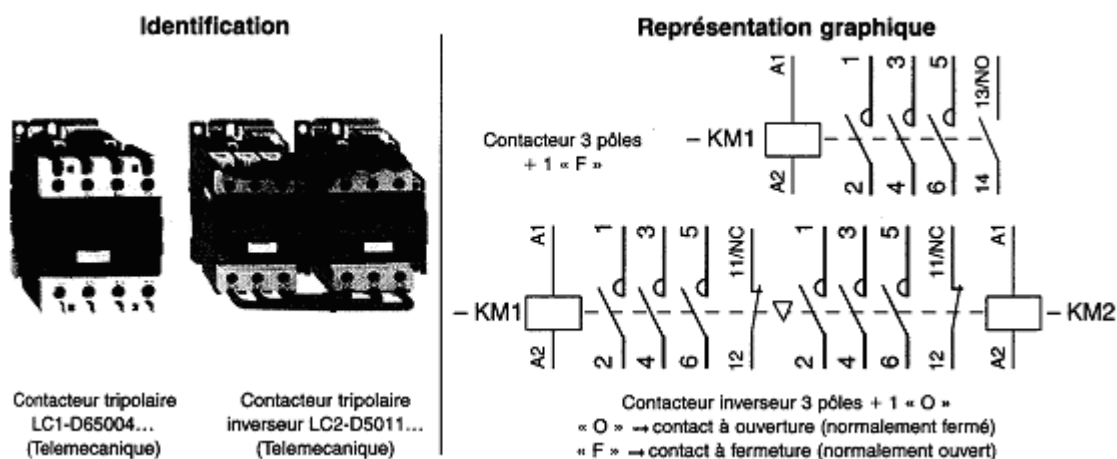
## Types

- Sectionneur 25 A: il comporte 3 ou 4 pôles principaux; il a 1 ou 2 contacts de pré coupure « F » ; il peut être avec ou sans dispositif cadenassable pour consignation ; il n'a pas de dispositif de protection contre la marche en monophasé (DPMM) ; il comporte un dispositif de commande frontale; il fonctionne avec des broches ou des cartouches fusibles de 10 x 38.
- Sectionneur de 50 à 1 000 A: il comporte 3 ou 4 pôles principaux; il a 1 ou 2 contacts de pré coupure « F » ; il peut être avec ou sans dispositif cadenassable pour consignation ; avec ou sans dispositif de protection contre la marche en monophasé (DPMM) ; il comporte un dispositif de commande frontale ou latérale; il fonctionne avec des broches ou des cartouches fusibles de 14 x 51 à taille 2.

## Consignes

- En cas de fusion, toutes les cartouches fusibles doivent être remplacées (même type même calibre).
- La consignation d'un sectionneur ne peut se faire que si l'appareil est muni d'un dispositif cadenassable.
- Le sectionneur ne possède pas de pouvoir de coupure ; il doit être manoeuvré à vide.
- Les contacts de pré coupure et de protection contre la marche en monophasé sont branchés en série avec le circuit de commande en aval des pôles principaux du sectionneur.

## I.5. Contacteur



## Fonction

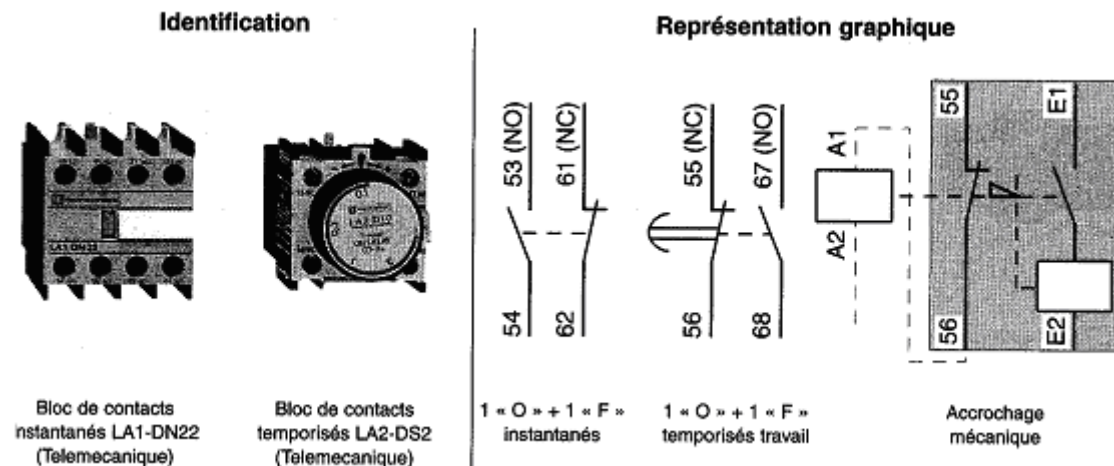
- Établir ou interrompre l'alimentation des canalisations électriques ou des récepteurs

## Types

- Contacteur modulaire: 1 à 4 pôles principaux jusqu'à 63 A.
- Contacteur standard: 3 ou 4 pôles principaux jusqu'à 2 750 A.
- Contacteur basse consommation pouvant être commandé directement à partir de sorties statiques: 3 ou 4 pôles principaux jusqu'à 40 A.
- Contacteur statique pour commande de moteurs triphasés à grande cadence de fonctionnement: 3 pôles jusqu'à 63 A.
- Contacteur sur barreaux pour circuits rotoriques, levage, électro - porteurs, courts - circueteurs: 1 à 6 pôles de 80 à 2 750 A.
- Contacteur pour l'électrothermie: 1 à 6 pôles de 80 à 16 300 A.

**Consignes**

- Procéder au changement des contacts lorsque le nombre maximum de manoeuvres est atteint.
- Les contacteurs peuvent recevoir des blocs de contacts auxiliaires instantanés, avec ou sans contact étanches, des blocs de contacts temporisés, des blocs d'accrochage mécanique.

**I.6. Bloc additif pour contacteurs****Fonction**

- Ajouter des fonctions supplémentaires aux contacteurs et contacteurs auxiliaires par simple encliquetage.

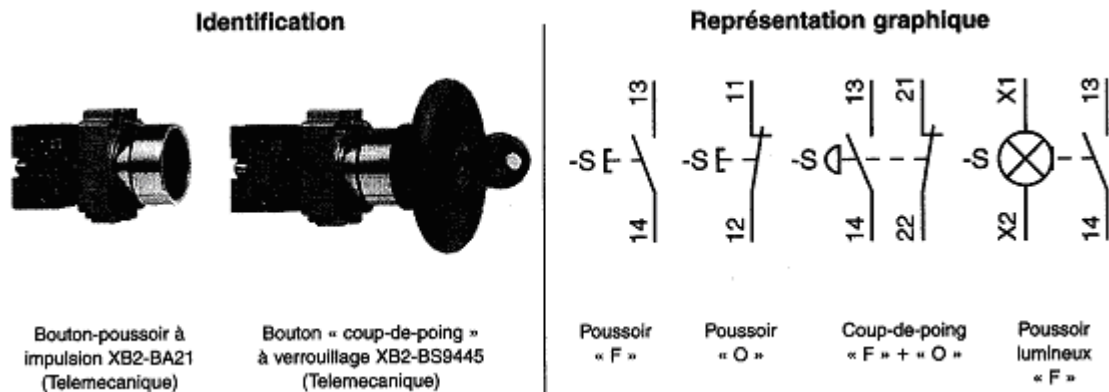
**Types**

- Bloc additif de contacts instantanés standard : à 4 « F » ; 3 « F » + 1 « O » ; 2 « O » + 2 « F » ; 3 « O » + 1 « F » ; 4 « O » ; 2 « F » ; 2 « O » ; 1 « O » + 1 « F » ; 2 « F » étanches ; 2 « F » + 2 « F » étanches ; 1 « F » + 1 « O » + 2 « F » étanches ; 2 « F » + 2 « O » ont 1 « F » + 1 « O » chevauchants.
- Bloc additif de contacts temporisés de 0,1 à 180 s , à 1 « F » + 1 « O » temporisés travail ; 1 « F » + 1 « O » temporisés repos.
- Bloc additif d'accrochage mécanique.
- Module temporisateur électronique « série » (montage sur la partie supérieure du contacteur) : de 0, 1 à 500 s.

**Consignes**

- Le réglage d'un bloc temporisé, la mise en place ou le remplacement d'un bloc additif est un travail d'ordre électrique donc nécessite le personnel d'intervention en cas d'existence d'une procédure de réglage, mise en place ou remplacement
- Tous les additifs se montent par simple encliquetage frontal ou latéral sur le contacteur ou sur le contacteur auxiliaire.

## I.7. Bouton – poussoir



### Fonctions

- Commander le démarrage, l'arrêt, les marches de réglage, etc., des systèmes.
- Commander et signaler les états de marche et d'arrêt.

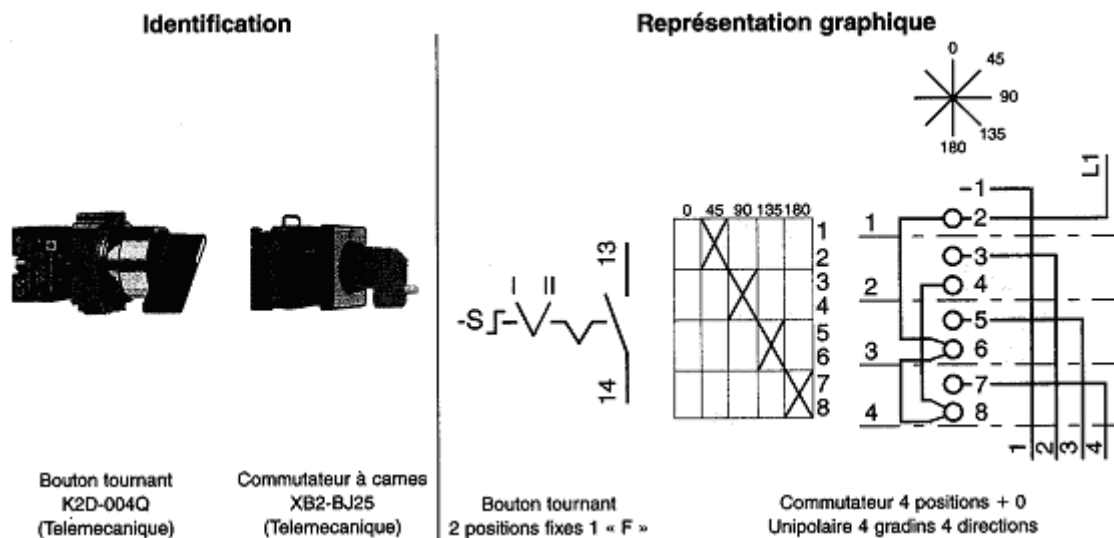
### Types

- Bouton-poussoir affleurant :
  - à 1 «O»; 1 «F»; 1 «O»+1 «F»; 2«F»; 2«O»; 2«F»décalés; 1 « F » + 1 « O » chevauchants ;
  - à impulsion; à double touche à impulsion; lumineux ou non lumineux.
- Bouton-poussoir dépassant :
  - à 1 «O»; 1 «F»; 1 «O»+1 «F»; 2«F»; 2«O»; 2«F»décalés; 1 « F » + 1 « O » chevauchants
  - à impulsion; à double touche à impulsion.
- Bouton-poussoir capuchonné :
  - à 1«O»; 1«F»; 1«O»+1«F».
  - à impulsion.
- « Coup-de-poing » :
  - à 1 «O»; 1 «F»; 1 «O»+1 «F»; 2«F»; 2«O»; 2«F»décalés; 1 « F » + 1 « O » chevauchants.
  - verrouillable ou non verrouillable.

### Consignes

- Le bouton-poussoir ne nécessite pas de maintenance particulière.
- La norme EN 60204-1 précise le code des couleurs auquel doivent être conformes les boutons-poussoirs et boutons-poussoirs lumineux.

## I.8. Bouton tournant commutateur



### Fonction

- Sélectionner les circuits de commande, les appareils de mesure (voltmètre ou ampèremètre) ou les modes de marche.

### Types

- Bouton tournant:
  - à 1 « F », 1 « O » + 1 « F », 2 « F » ;
  - de 2 positions fixes, 3 positions fixes, 3 positions dont 2 à rappel au centre;
  - à manette; à crosse; à serrure.
- Commutateur à cames:
  - peut être un commutateur- interrupteur
  - un commutateur- inverseur avec position zéro, un commutateur à gradins unipolaire avec position zéro, un commutateur de voltmètre et un commutateur d'ampèremètre ;
  - de 1 à 4 pôles.
  - de 2 à 4 position

### Consignes

- Ce composant ne nécessite pas de maintenance particulière.
- La modification du schéma de raccordement des commutateurs à cames nécessite une habilitation pour le personnel intervenant.
- Les schémas de raccordement des commutateurs à cames sont modifiables suivant la demande.





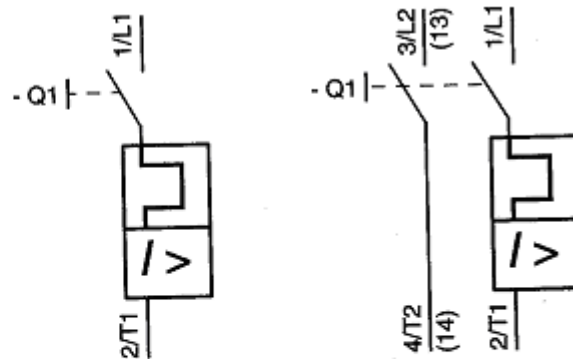
## I.10. Disjoncteur de contrôle

### Identification



Disjoncteur magnéto-thermique GB2-CB  
(Telemecanique)

### Représentation graphique



Disjoncteur unipolaire

Disjoncteur bipolaire  
un pôle protégé,  
un pôle coupé

### Fonction

- Protéger les circuits de contrôle des équipements industriels contre les courts-circuits et les surcharges.

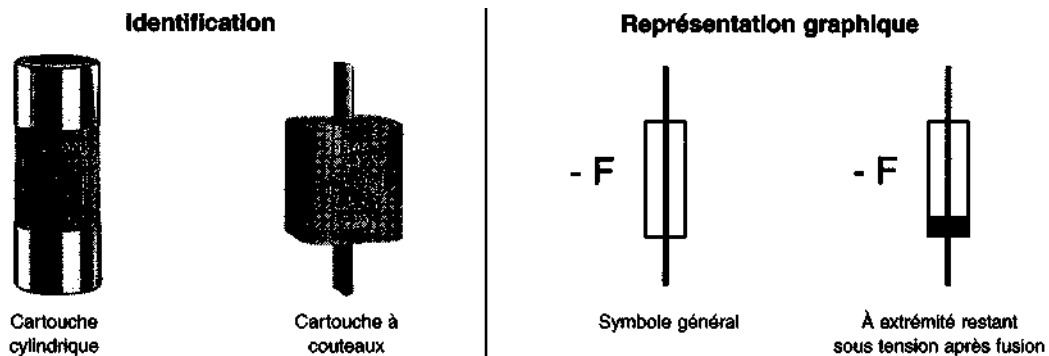
### Types

- Disjoncteurs unipolaires ou bipolaires avec seuil de déclenchement magnétique de 13 In.
- Disjoncteur unipolaire avec seuil de déclenchement magnétique de 6 In.

### Consignes

- Le disjoncteur de contrôle ne nécessite pas de maintenance particulière.
- Le seuil de déclenchement du magnétique est adapté à la protection des circuits fortement "selfiques" tels que les transformateurs d'alimentation de commande, les bobines des contacteurs et des électrovannes.

## I.11. Cartouche fusible



### Fonction

- Réaliser la protection des circuits électriques contre les courts-circuits.

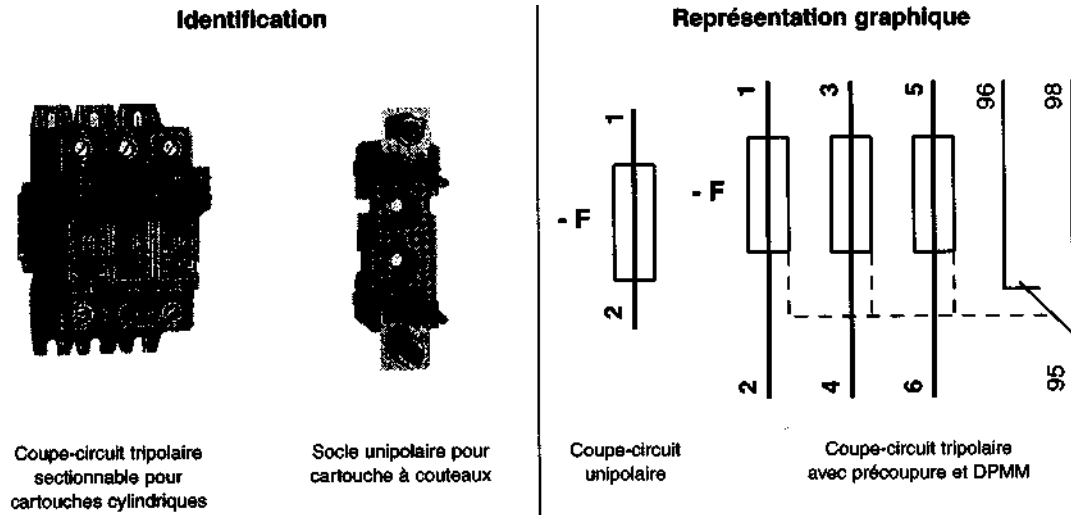
### Types

- Type F (à usage domestique dit « petit domestique ») : commercialisés sous forme de cartouches cylindriques en céramique miniatures.
- Type B (à usage domestique dit de « protection générale ») : commercialisés sous forme de cartouches cylindriques seulement; les inscriptions qu'ils portent sont en noir.
- Type AD (à usage domestique dit « d'accompagnement disjoncteur ») : commercialisés sous forme de cartouches cylindriques et de cartouches à couteaux ; les inscriptions qu'ils portent sont en rouge.
- Type gG (à usage industriel, dit de « protection générale ») : commercialisés sous forme de cartouches cylindriques ou de cartouches à couteaux.
- Type aM (à usage industriel, dit « d'accompagnement moteur ») : commercialisés sous forme de cartouches cylindriques et de cartouches à couteaux, les inscriptions qu'ils portent sont en vert.

### Consignes

- Rechercher la cause ayant entraîné la fusion de la cartouche fusible.
- Remplacer les cartouches par des cartouches fusibles de même type et de même calibre portant la même tension de fonctionnement pour conserver le même pouvoir de coupure.
- Remplacer toutes les cartouches fusibles assurant la protection d'un même circuit et pas seulement les cartouches défectueuses.
- Remplacer les cartouches le système étant hors tension.
- Le remplacement d'une cartouche fusible étant considéré comme une intervention, il faut être habilité pour assurer cette opération ou suivre la procédure de remplacement prescrite.
- Les cartouches fusibles se montent dans des supports appelés porte-fusibles ou dans des sectionneurs en remplacement des douilles ou des barrettes.
- Les cartouches fusibles gI peuvent être remplacées par les cartouches fusibles gG de même calibre mais pas l'inverse.

## I.12. Porte – fusible coupe - circuit



### Fonctions

- Supporter les cartouches fusibles.
- Assurer la protection contre la marche en monophasé (DPMM) pour les portes fusibles multipolaires

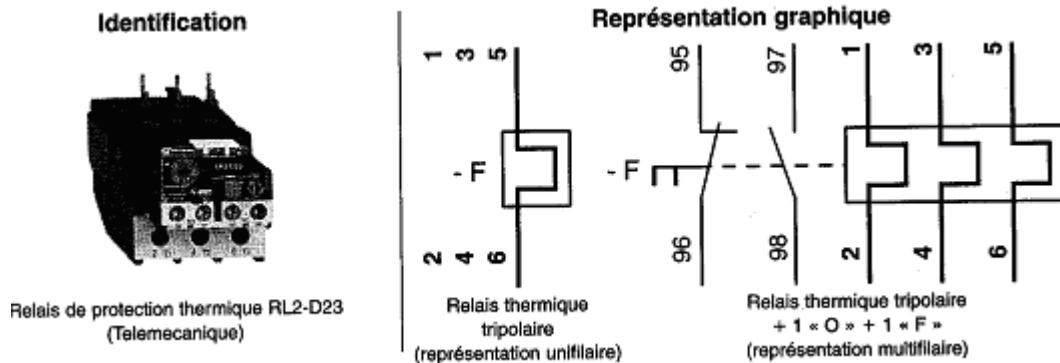
### Types

- Porte - fusibles unipolaires.
- Porte - fusible multipolaire.
- Coupe-circuit multipolaire sectionnable (avec ou sans cadenas de sécurité).
- Porte - fusibles pour cartouches cylindriques.
- Porte - fusibles pour cartouches à couteaux.

### Consignes

- Consigner l'installation ou l'équipement.
  - Remplacer le porte-fusibles par un modèle équivalent pouvant supporter les mêmes cartouches fusibles.
  - S'assurer du bon raccordement des conducteurs.
  - Porter toutes les nouvelles indications sur les plans ou dans le dossier machine.
  - Utiliser les accessoires adéquats pour les porte-fusibles à couteaux: poignée de manipulation des cartouches à couteaux, cloisons de séparation et caches de protection.
- 
- Ne jamais ouvrir un porte-fusibles en charge.
  - Le remplacement d'un porte-fusibles est un travail d'ordre électrique, il faut être habilité pour assurer cette opération.
  - Le contact de précoupure est raccordé en série avec le circuit de commande.

### I.13. Relais thermique



#### Fonction

- Assurer la protection des moteurs contre les surcharges faibles prolongées.

#### Types

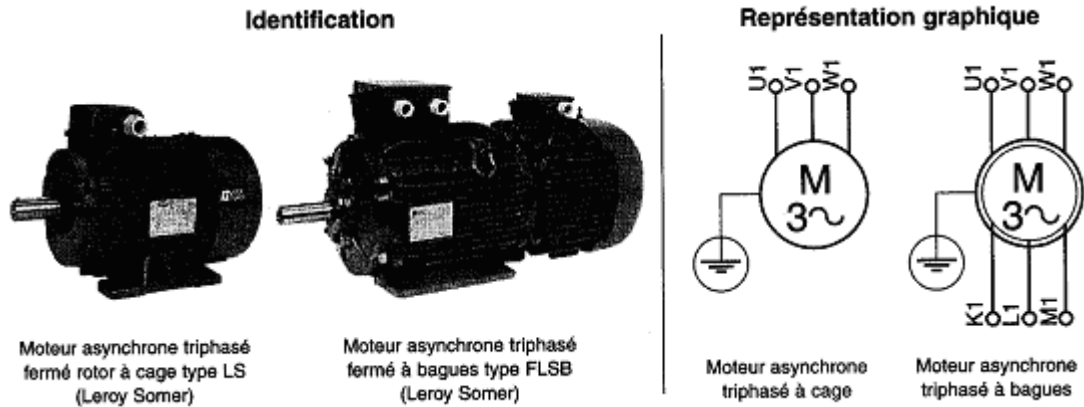
- Relais classe 10 A: applications courantes avec un temps de démarrage compris entre 2 et 10 s pour  $I = 7,2 I_r$ .
- Relais classe 10: applications courantes avec un temps de démarrage compris entre 4 et 10s pour  $I=7,2I_r$ .
- Relais classe 20 : applications courantes avec un temps de démarrage compris entre 6 et 20 s pour  $I = 7,2 I_r$ .
- Relais classe 30 : applications courantes avec un temps de démarrage compris entre 8 et 30 s pour  $I = 7,2 I_r$

$I_r$  représente le courant de réglage.

#### Consigne

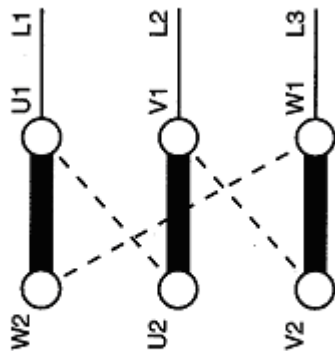
- Régler le relais thermique sur la valeur du courant d'emploi (porté sur la plaque signalétique d'un moteur par exemple).
- S'assurer de la compatibilité entre le relais thermique et les fusibles associés.
- Rechercher la cause du déclenchement du relais thermique avant réarmement.
- En cas de remplacement, consigner l'équipement ou l'installation, choisir un relais thermique possédant les mêmes caractéristiques et s'assurer du bon raccordement des conducteurs.
- Le remplacement d'un relais thermique est un travail d'ordre électrique, il faut être habilité pour assurer cette opération.
- Le réarmement d'un relais thermique est considéré comme une intervention, il faut être habilité pour assurer cette opération ou suivre la procédure de réarmement prescrite.
- Le relais thermique fonctionne en courant alternatif et en courant continu.
- Le relais thermique ne possède aucun contact de puissance.

## II. MOTEUR ASYNCHRONE TRIPHASÉ



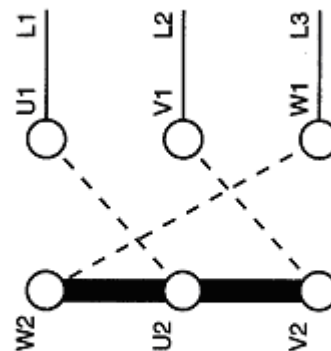
### II.1. Plaques à bornes des moteurs asynchrones triphases

• **Couplage triangle (D)**



La tension aux bornes d'un enroulement est égale à la tension existant entre deux phases du réseau d'alimentation.

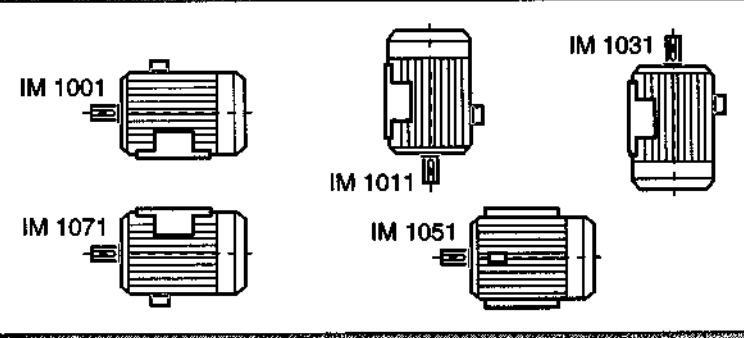
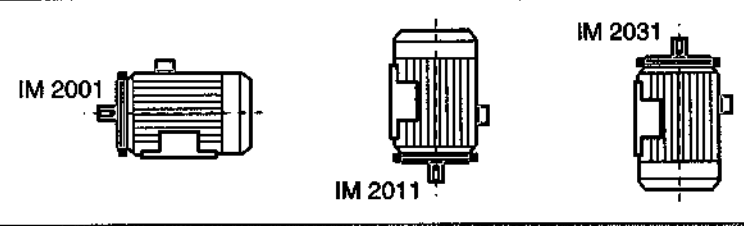
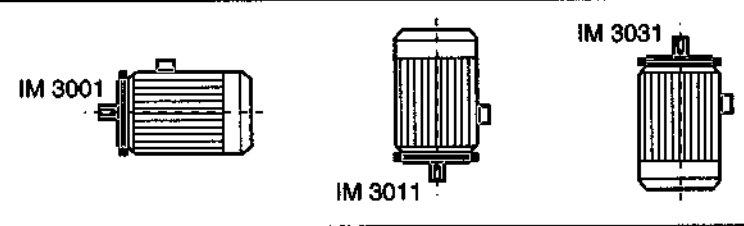
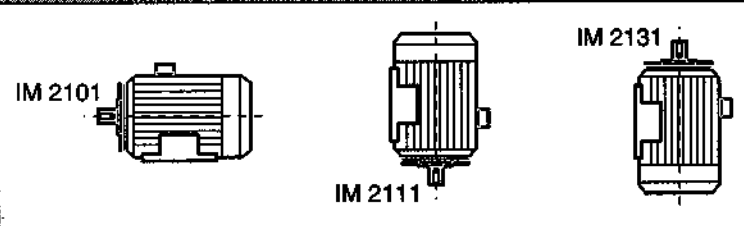
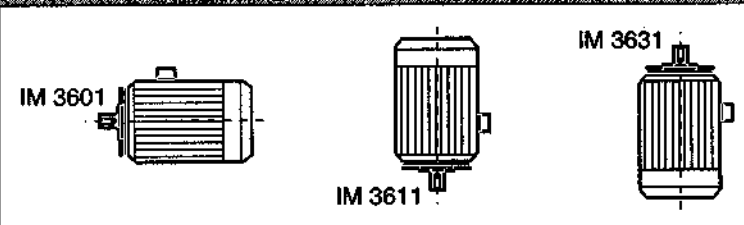
• **Couplage étoile (Y)**



La tension aux bornes d'un enroulement est égale à  $1/\sqrt{3}$  fois la tension existant entre deux phases du réseau d'alimentation.

Les enroulements des moteurs asynchrones triphasés sont respectivement raccordés entre les bornes  $U_1$  et  $U_2$ ,  $V_1$  et  $V_2$ ,  $W_1$  et  $W_2$ .  
Les trois phases L1, L2 et L3 du réseau sont respectivement raccordées sur les bornes  $U_1$ ,  $V_1$ ,  $W_1$ .

## II.1. Fixation et position des moteurs électriques

<p>Im 1001 (IM B3) : fixation au sol.                      Im 1011 (IM V5) : fixation au mur, axe vers le bas.                      Im 1031 (IM V6) : fixation au mur, axe vers le haut.                      Im 1071 (IM B6) : fixation au plafond.                      Im 1051 (IM B6) : fixation au mur.</p>	
<p>Im 2001 (IM B35) : bride et fixation au sol.                      Im 2011 (IM V15) : bride et fixation au mur, axe vers le bas.                      Im 2031 (IM V36) : bride et fixation au mur, axe vers le haut.</p>	
<p>Im 3001 (IM B5) : bride axe horizontal.                      Im 3011 (IM V1) : bride axe vers le bas.                      Im 3031 (IM V3) : bride axe vers le haut.</p>	
<p>Im 2101 (IM B34) : bride et fixation au sol.                      Im 2111 (IM V58) : bride et fixation au mur, axe vers le bas.                      Im 2131 (IM V69) : bride et fixation au mur, axe vers le haut.</p>	
<p>Im 3601 (IM B14) : bride axe horizontal.                      Im 3611 (IM V18) : bride axe vers le bas.                      Im 3631 (IM V19) : bride axe vers le haut.</p>	
<p><i>Les désignations entre parenthèses correspondent à l'ancienne norme.</i></p>	

## II.2. PRINCIPE DE FONCTIONNEMENT

### Expérience (figure1)

Si l'on entraîne un aimant permanent (N S) en rotation autour de l'axe x y, nous constatons qu'un disque de cuivre, monté libre en rotation sur le même axe, est entraîné en rotation par l'aimant mais tourne un peu moins vite que ce dernier.

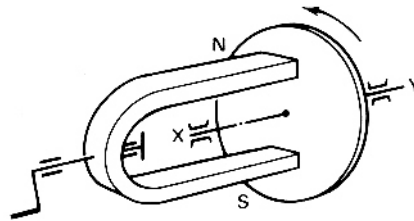


Figure 1

### Explication :

Le champ magnétique tournant, produit par l'aimant en rotation, induit dans le disque conducteur en cuivre des courants de Foucault. Ceux-ci d'après la loi de Lenz doivent s'opposer à la cause qui leur a donné naissance. Comme les courants induits ne peuvent empêcher la rotation de l'aimant, ils entraînent le disque en rotation, ce qui diminue le déplacement relatif du champ ; mais, en aucun cas, le disque ne peut atteindre la vitesse du champ sinon il y aurait suppression du phénomène qui est à l'origine des courants induits.

### Création d'un champ tournant en triphasé (figure 2)

Si on alimente 3 bobines identiques placées à  $120^\circ$  par une tension alternative triphasée :

- a) Une aiguille aimantée, placée au centre, est entraînée en rotation ; il y a donc bien création d'un champ tournant.
- b) Un disque métallique en aluminium ou en cuivre est entraîné dans le même sens que l'aiguille aimantée.
- c) En inversant deux des trois fils de l'alimentation triphasée, l'aiguille, ou le disque tourne en sens inverse.



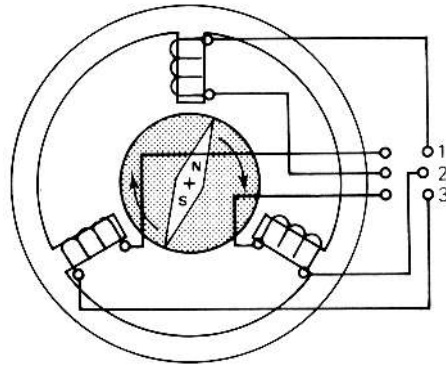


Figure 2

JUSTIFICATION: Les trois champs alternatifs produits par les bobines alimentées en courant triphasé se composent pour former le champ tournant.

Symbol

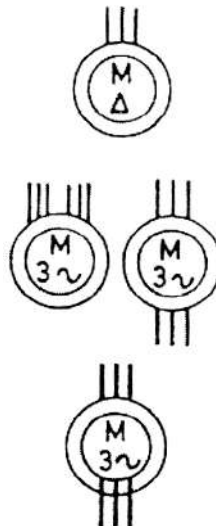
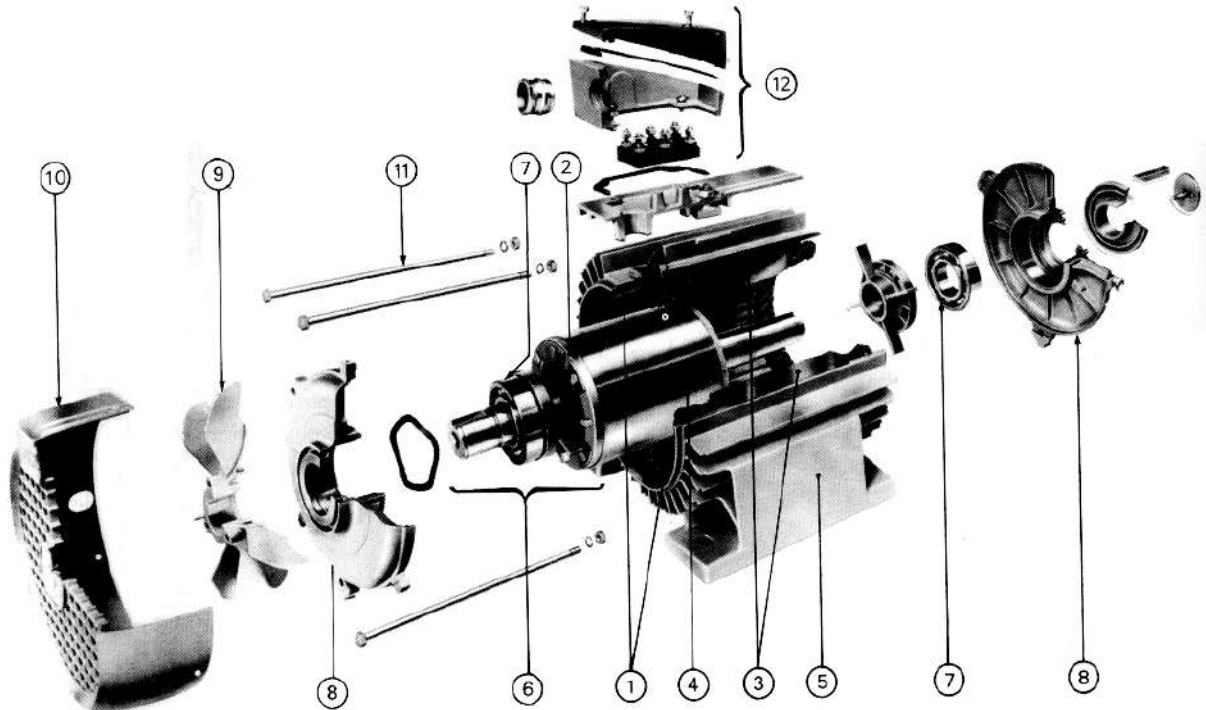


Figure 3

## II.3. CONSTITUTION



*Moteur asynchrone triphasé en vue éclaté. (CEM Compax)*

Figure 4 - Moteur asynchrone triphasé en vue éclaté. (CEM Compax)

### **ORGANES ELECTRIQUES**

- 1- Enroulement statoriques.
- 2- Conducteurs rotoriques.

### **Organes magnétiques**

- 3- Circuit magnétique fixe.
- 4- Circuit magnétique tournant.

### **Organes mécaniques**

- 5- Carcasse avec fixation ou stator.
- 6- Rotor avec l'arbre.
- 7- Roulement à billes.
- 8- Flasques.
- 9- Ventilateur avec son capot.
- 10- Capot de ventilation
- 11- Tiges de montage.
- 12- Plaque à bornes.

## CIRCUIT MAGNETIQUE :

Le circuit magnétique des machines à courant alternatif et des moteurs asynchrones en particulier doit canaliser les lignes de forces du champ tournant.

### a) Conditions à remplir

- Avoir des pertes par hystérésis et courants de Foucault minimum.
- Supporter les bobinages.
- Comporter une partie fixe et une partie mobile.
- Etre refroidi convenablement.

### b) Solutions communes au stator et au rotor

- Canalisation du flux par des tôles magnétiques placées dans le sens radial, en forme d'anneaux pour le stator et en forme de disques pour le rotor (fig. 5).
- Utilisation de tôles d'épaisseur 0,35 à 0,5 mm en acier au silicium, ayant des pertes de 1,4 à 2,6 W/kg Pour diminuer les pertes par hystérésis et courants de Foucault. En général, ces tôles sont isolées par oxydation ou par un vernis isolant pour les très grosses machines.

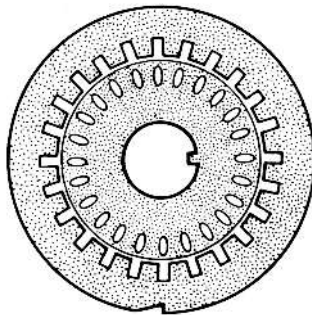


Figure 5

- Des encoches (fig. 6) de formes :

- (1) semi-ouvertes,
- (2) ouvertes,
- (3) semi - fermées permettant de loger les conducteurs (fig. 7) du bobinage électrique.

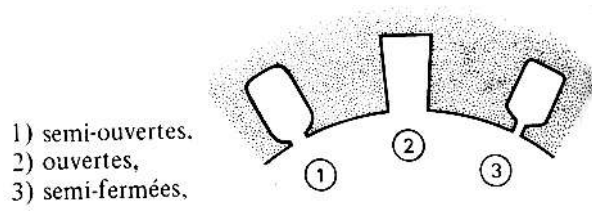
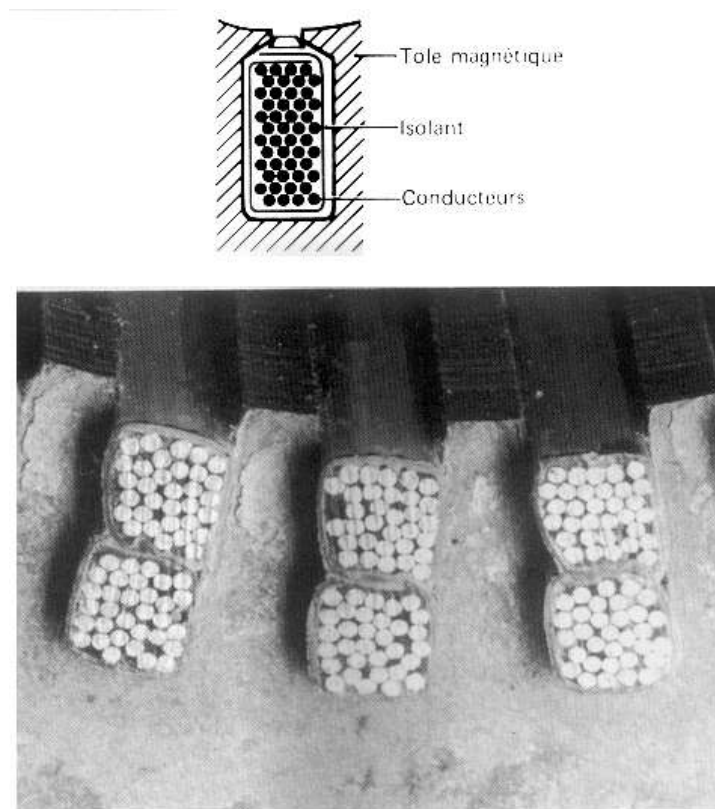


Figure 6

### c) Solutions particulières aux stators



Détail des conducteurs à l'intérieur des encoches stator. Vue en coupe. (CEM)

Figure 7

Pour les petits moteurs, la carcasse moulée en alpax sur l'empilage de tôles assure le blocage des tôles et le refroidissement du circuit magnétique (fig. 8)

- (1) Ensemble de tôles serrées à la presse.
- (2) Encoche ouverte.
- (3) Carcasse en alliage d'aluminium injecté sous pression.
- (4) Centrage pour les flasques.
- (5) Nervures de refroidissement venues directement au moment du moulage.

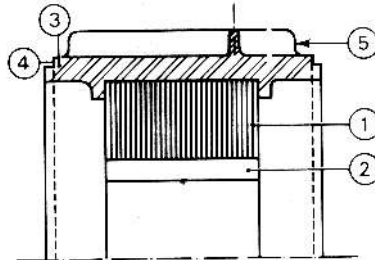


Figure 8

Pour les gros moteurs (fig. 9), la carcasse peut être en acier moulé ou en tôle d'acier roulé et soudé. Pour les diamètres supérieurs à un mètre, les tôles magnétiques sont réalisées par secteurs et serrées entre elles par des rivets ; elles sont centrées dans des nervures et maintenues serrées par deux plateaux prenant appui sur des butées soudées.

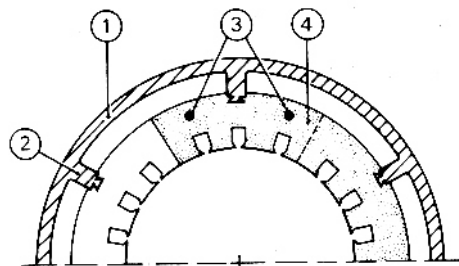


Figure 9

- (1) Carcasse en acier roulé et soudé.
- (2) Nervures rapportées par soudure.
- (3) Boulons d'assemblage des tôles.
- (4) Tôles par secteurs de 120° décalées de 60° à chaque couche.

d) **Solutions particulières au rotor.** – Le rotor est la partie mobile de la machine ; il est le siège de l'induction électromagnétique variable (fig. 10).

Les encoches sont inclinées par rapport à l'axe longitudinal pour améliorer le démarrage et obtenir un couple constant.

L'entrefer entre le rotor et le stator est le plus réduit possible, de l'ordre de 0,3 à 0,4 mm pour les puissances inférieures à 10 kW.

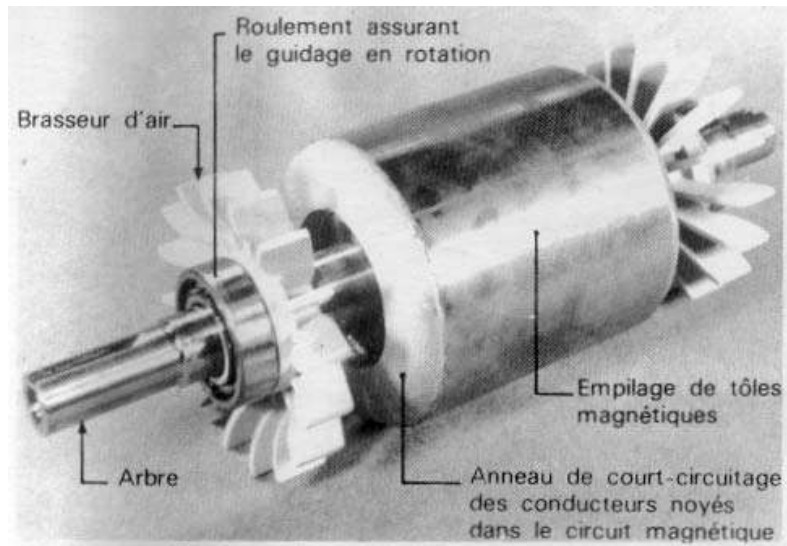


Figure 10

### **BOBINAGE A COURANT ALTERNATIF**

La disposition des bobinages statoriques des moteurs asynchrones triphasés est la même que celle des machines synchrones (générateurs ou moteurs).

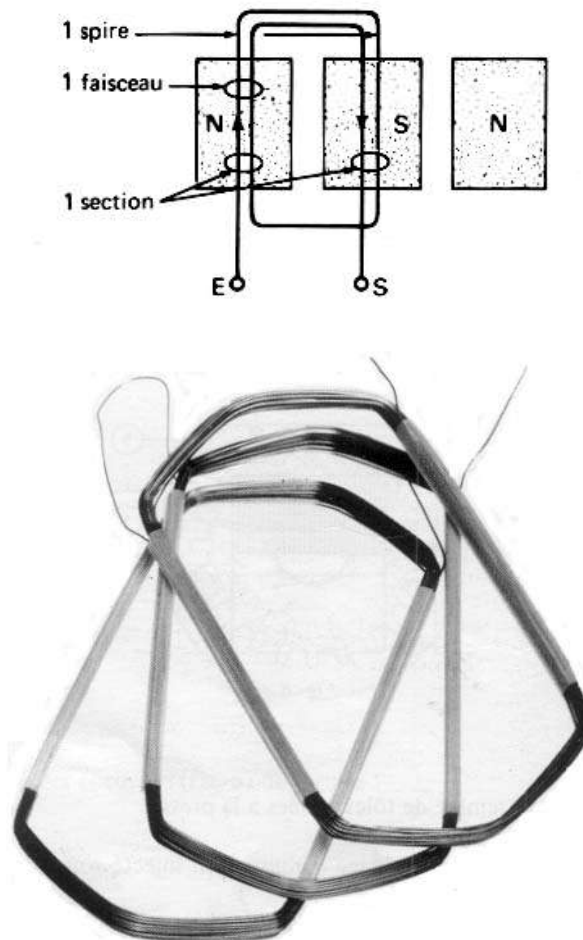


Figure 11

**Vitesses de synchronisme.** – Dans les alternateurs, les enroulements statoriques sont soumis à l'influence des pôles « Nord » et « Sud » qui, en se déplaçant, induisent la force électromotrice (f.é.m.) alternative caractérisée par sa fréquence et sa tension.

La fréquence est liée à la vitesse et au nombre de paires de pôles par la relation :

$$f = p \times n$$

Ou  $f$  : fréquence en Hertz (Hz)

$p$  : nombre de paires de pôles.

2 pôles  $p = 1$

4 pôles  $p = 2$

$$n = \frac{f}{p}$$

$n$  : vitesse de rotation (tr/s)

Pour la fréquence de 50 Hz, les vitesses de synchronisme sont données dans le tableau ci-dessous.

Nombre de pôles	Vitesse en tr/min
2	3 000
4	1 500
6	1 000
8	750
10	600

Dans le cas du moteur asynchrone, sa vitesse est toujours inférieure d'une valeur de quelques pour cent, désignée par le glissement  $g$ .

Exemple :

1 500 tr/min → vitesse moteur asynchrone 1 450 tr/min

$$g\% = \frac{n - n'}{n} = \frac{1500 - 1450}{1500} \times 100 = 3,33\%$$

**Définitions.** –En triphasé, le stator comporte trois enroulements indépendants pouvant être couplés en étoile ou en triangle. Chacun de ces enroulements est composé de sections logées dans les encoches du circuit magnétique.

**a) Spire** - Elle comprend un conducteur aller et un conducteur retour soit deux conducteurs actifs.

**b) Faisceau** - C'est l'ensemble des conducteurs placés dans une encoche et parcourus dans le même sens par le courant d'une phase.

- c) **Section** - Elle est formée de deux faisceaux reliés par les têtes de bobines. Une section est caractérisée par son nombre de spires et son pas.  
d) **Pas d'une section** - C'est la distance entre deux lignes neutres consécutives : on l'appelle aussi pas diamétral ou pas polaire.

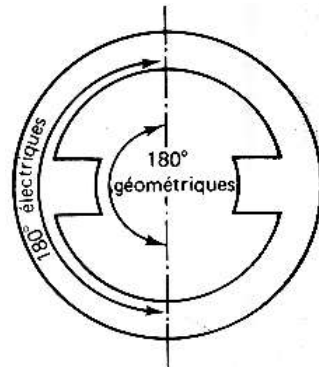


Figure 12

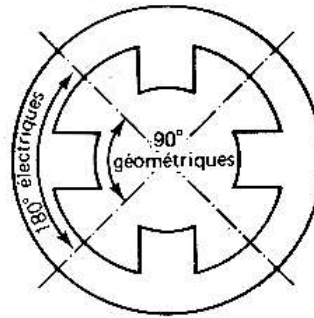


Figure 13

Dans le cas d'un moteur de 2 pôles ( $n = 3\ 000$  tr/min), le pas polaire reste de  $180^\circ$  électriques et correspond aux degrés géométriques (fig. 12).

Dans le cas d'un moteur à 4 pôles ( $n = 1\ 500$  tr/min), le pas polaire reste le  $180^\circ$  électriques et le degré géométrique vaut 2 degrés électriques (fig. 13).

Pour calculer le pas polaire d'un bobinage à pas diamétral, on utilise la relation :

$$Y = \frac{N}{2p}$$

N : nombre d'encoches du stator  
 $2p$  : nombre de pôles  
Y : pas de l'enroulement ou nombre d'encoches embrassées par une section.

Exemple :

Stator de 24 encoches – 4 pôles

Pas de l'enroulement :  $Y = \frac{24}{4} = 6$  encoches par pôle.

Si l'on veut connaître le nombre d'encoches par pôle, et par phase, on peut écrire :

$$q = \frac{N}{2pxm}$$

q : nombre d'encoches par pôle et par phase

Exemple :

Stator 24 encoches – 4 pôles en triphasé

$q = \frac{24}{4 \times 3} = 2$  encoches par pôle et par phase.