Direction des Jurys de l'enseignement secondaire
Rue Adolphe Lavallée, 1
1080 Bruxelles

Jurys de la Communauté française de l'enseignement secondaire ordinaire

CONSIGNES D'EXAMEN

Cycle	**2023-2024/2**
Titre	CESS P
Matière	Electricien installateur industriel

I. Informations générales

••• Programme(s)

Le numéro du programme : **430P/2012/249**

Rappel : ces consignes ne se substitue pas au programme de la fédération Wallonie Bruxelles. Ce document complète le programme et précise notamment les modalités d'évaluation.

https://www.wallonie-bruxelles-enseignement.be/progr/430P-2012-249.pdf

••• Titre visé et type d'enseignement

Titre : le Certificat d'enseignement secondaire supérieur pour l'enseignement secondaire professionnel (CESS)

••• Grille horaire de l'option

DEGRE	3	PROFESSIONNEL
SECTEUR	2	INDUSTRIE
GROUPE	21	ELECTRICITE

OPTION 2113 ELECTRICIEN INSTALLATEUR INDUSTRIEL / ELECTRICIENNE INSTALLATRICE INDUSTRIELLE			**R**
	Code	6P	ACCROCHE
LABORATOIRE D'ELECTRICITE	1958	2	CT Electricité DS
SCHEMAS ELECTRIQUES	2634	3	CT Electricité DS
TECHNOLOGIE APPLIQUEE	4208	1	CT Electricité DS
ELECTRICITE	1458	2	CT Electricité DS
TRAVAUX PRATIQUES ET STAGES			
T.P. ELECTRICITE : MONTAGE-DEPANNAGE-MAINTENANCE	3086	13	PP Electricité DS
TOTAL		21	

••• Rencontre obligatoire

Le candidat devra se présenter à une **RENCONTRE OBLIGATOIRE**.
En cas d'absence à celle-ci, le candidat ne sera pas convoqué à la suite des épreuves.

II. Organisation de l'examen

••• Matériel

Matériel autorisé : matériel de base d'écriture, crayons de couleur, latte, crayon gris, gomme et le matériel scolaire de base ainsi que le matériel expliqué lors de la rencontre obligatoire.

Matériel refusé : tout type d'objet connectable (smartphone, tablette, montre …), dictionnaire des noms communs/propres, les correcteurs orthographiques (version papier), stylos effaçables, Tipp-Ex (ou autres correcteurs similaires), feuilles de brouillon, etc.

Les candidats veilleront à posséder le matériel requis lors de l'épreuve car aucun prêt de matériel ne sera accordé. L'échange de matériel durant l'épreuve, étant considéré comme une interaction avec autrui, sera sanctionné. De même, en cas d'oubli, aucun matériel ne pourra être apporté en cours d'épreuve aux candidats par une tierce personne.

Centre de Technologies Avancées en collaboration avec :

FÉDÉRATION WALLONIE-BRUXELLES
ENSEIGNEMENT.BE

AIDE PEDAGOGIQUE POUR LA PREPARATION DES EXAMENS

CESS P Electricien Installateur Industriel

Avec le soutien du Fonds social européen

CTA
Centre de Technologies Avancées
Serge Creuz - Bruxelles

Chaussée de Mons, 113 - 1070 Bruxelles www.ctasergecreuz.be +32 2 268 20 84 @co.cta@sergecreuz.be

I. À savoir

À savoir pour une bonne réussite de l'épreuve

RAPPEL : Vous êtes convoqués à vous présenter 30 minutes avant l'heure de l'épreuve (voir convocation de la direction du jury) au CTA SERGE CREUZ – Chaussée de Mons, 113 – 1070 Bruxelles.

CONSIGNES :

- *Le seul matériel autorisé sur le banc est : stylo, crayon ou porte-mine, latte, équerre type « aristo », compas, feuilles de brouillon paraphées par le professeur sur le lieu de l'examen. Les sacs et cartables sont posés sur un endroit qui vous sera indiqué. Rien n'est placé dans les bancs.*
- *L'utilisation des **GSM** n'est pas autorisée durant tout le déroulement des épreuves.*
- *Lisez attentivement les questions et répondez uniquement à ce qui est demandé.*

Un conseil : commencez par ce que vous connaissez le mieux.

- *Répondez sur les feuilles d'examen.*
- *Indiquez votre nom sur toutes les feuilles même de brouillon.*
- *Écrivez lisiblement au stylo (pas de crayon).*
- *N'utilisez pas de couleur rouge (sauf pour la représentation des solutions : rouge-vert).*
- *Réalisez les dessins avec soin au crayon.*
- *Justifiez vos réponses soit par une règle, soit par un calcul.*
- *Mettez en évidence la réponse finale en l'entourant ou en la soulignant.*
- *Soyez propres !*

- *Toute fraude constatée durant l'examen ou par la suite sera sanctionnée par l'annulation de la note globale. Le non-respect des consignes entraîne une diminution de la note globale.*

I. Partie théorique :

SCHÉMA ÉLECTRIQUE

Symbolisation électrique et de sécurité.
Les différents types de schémas (puissance et commande) :

- Lire et interpréter les plans et schémas électriques.
- Symboles normalisés relatifs aux schémas.
- Règles de base du dessin technique (papier et informatique).

TECHNOLOGIE APPLIQUÉE

- Rôle et principe de fonctionnement d'un contacteur.
- Rôle et principe de fonctionnement d'un disjoncteur moteur.
- Rôle et principe de fonctionnement d'un relais thermique.
- Systèmes de câblage (choix des sections des conducteurs et/ou des câbles)Utilisation d'un multimètre.
- Les règles de sécurité.
- Les appareils de protection :
  - Les fusibles
  - Les sectionneurs porte-fusibles
  - Les disjoncteurs
  - Le disjoncteur différentiel
- Utilisation et principe de fonctionnement d'un moteur asynchrone triphasé (plaque à borne, couplage...)
- Recherche d'informations
- Les prescriptions du R.G.I.E.

Electricité :

- Courant continu : Loi d'Ohm, résistances équivalentes, loi d'Ohm généralisée (circuits série, parallèle, mixte), Résistance des matériaux conducteurs (loi de Pouillet) et puissance électrique.
- Courant alternatif : circuit de filtrage (Passe-bas RC, passe haut RL, filtre CR/LR), calcul avec des grandeurs alternatif et puissance.

LABORATOIRE D'ÉLECTRICITÉ

- Appareils de mesures – caractéristiques
- Utilisation du multimètre.
- Mettre sous tension et contrôler la présence des tensions d'alimentation correctes.
- Identifier et localiser les défauts.

II. Partie pratique :

Les membres du jury pourront vous poser des questions d'ordre général durant tout le déroulement de l'épreuve pratique.

À partir du dossier technique fourni, vous devez être capable de réaliser le câblage demandé.

- Organiser et planifier ses tâches en fonction des exigences et consignes reprises dans la fiche de travail.
- Appliquer le règlement d'atelier.
- Appliquer les prescriptions en matière de sécurité, d'hygiène, d'ergonomie, d'organisation du travail et de protection de l'environnement.
- Ranger et nettoyer son poste de travail.
- La réalisation répondra aux « règles d'art ».
- Respecter le règlement interne du CTA.

GRILLE D'ÉVALUATION

Critères	Aptitudes, savoirs	Acquis	Non Acquis
C.7.1. Préparer le poste de travail C.7.2. Préparer la pose des conduits, des canalisations, des rails DINs, des bornes C.7.3. Poser les conduits, les canalisations électriques, les borniers.	**Electricité** Maîtrise des connaissances suivantes : ▪ Courant continu : Loi d'Ohm, résistances équivalentes, loi d'Ohm généralisée (circuits série, parallèle, mixte), Résistance des matériaux conducteurs (loi de Pouillet) et puissance électrique. ▪ Courant alternatif : circuit de filtrage (Passe-bas RC, passe haut RL, filtre CR/LR), calcul avec des grandeurs alternatif et puissance.		

C.7.4. Placer et raccorder les composants (variateur de vitesse, sonde) des circuits électriques complexes
 	
C.7.5. Vérifier le bon fonctionnement de l'installation électrique et remédier aux dysfonctionnements éventuels
 	
C.7.6. Faire le rapport du travail réalisé.
 	
C.7.7. Ranger et nettoyer le poste de travail
 	
C.7.8. Appliquer les règles en matière de sécurité, d'hygiène, d'environnement
	Technologie appliquée
	Maîtrise des connaissances suivantes :
	
	▪ Rôle et principe de fonctionnement d'un contacteur.
	▪ Rôle et principe de fonctionnement d'un disjoncteur moteur.
	▪ Rôle et principe de fonctionnement d'un relais thermique.
	▪ Systèmes de câblage (choix des sections des conducteurs et/ou des câbles)Utilisation d'un multimètre.
	▪ Les règles de sécurité.
	▪ Les appareils de protection :
	  ○ Les fusibles
	  ○ Les sectionneurs porte-fusibles
	  ○ Les disjoncteurs
	  ○ Le disjoncteur différentiel
	▪ Utilisation et principe de fonctionnement d'un moteur asynchrone triphasé (plaque à borne, couplage...)
	▪ Recherche d'informations
	▪ Les prescriptions du R.G.I.E.		

Avec le soutien du Fonds social européen

CTA
Centre de Technologies Avancées
Serge Creuz - Bruxelles

Chaussée de Mons, 113 - 1070 Bruxelles www.ctasergecreuz.be +32 2 268 20 84 @co.cta@sergecreuz.be

	Schémas électriques Maîtrise des connaissances suivantes : Symbolisation électrique et de sécurité. Les différents types de schémas (puissance et commande) : ▪ Lire et interpréter les plans et schémas électriques. ▪ Symboles normalisés relatifs aux schémas. ▪ Règles de base du dessin technique (papier et informatique). **TP électricité montage-dépannage** ▪ Utilisation correcte de : ➢ Outillage ➢ Appareils de mesure ▪ Se raccorder à une armoire existante ▪ Repérer les circuits électriques ▪ Respecter les différentes sections ▪ Dénuder des conducteurs ▪ Raccorder les composants électriques conformément au dossier technique ▪ Respecter les différentes tensions ▪ Effectuer des mesures de contrôle		

Conditions de réussite :

Le critère est réussi si plus de 50% des indicateurs sont réussis.

Commentaires du jury :

Résultat :

L'élève est coté sur la prestation et la production :

- « O » - A réussi l'épreuve.
- « N » - N'a pas réussi l'épreuve.

L'élève est absent :

- « AN » – N'a pas justifié son absence.
- « AJ » – A justifié son absence (prévoir épreuve différée dans la semaine qui suit).

Avec le soutien du Fonds social européen

CTA Centre de Technologies Avancées
Serge Creuz - Bruxelles

Chaussée de Mons, 113 - 1070 Bruxelles www.ctasergecreuz.be +32 2 268 20 84 @co.cta@sergecreuz.be

LE MOTEUR ASYNCHRONE TRIPHASE

Objectifs :

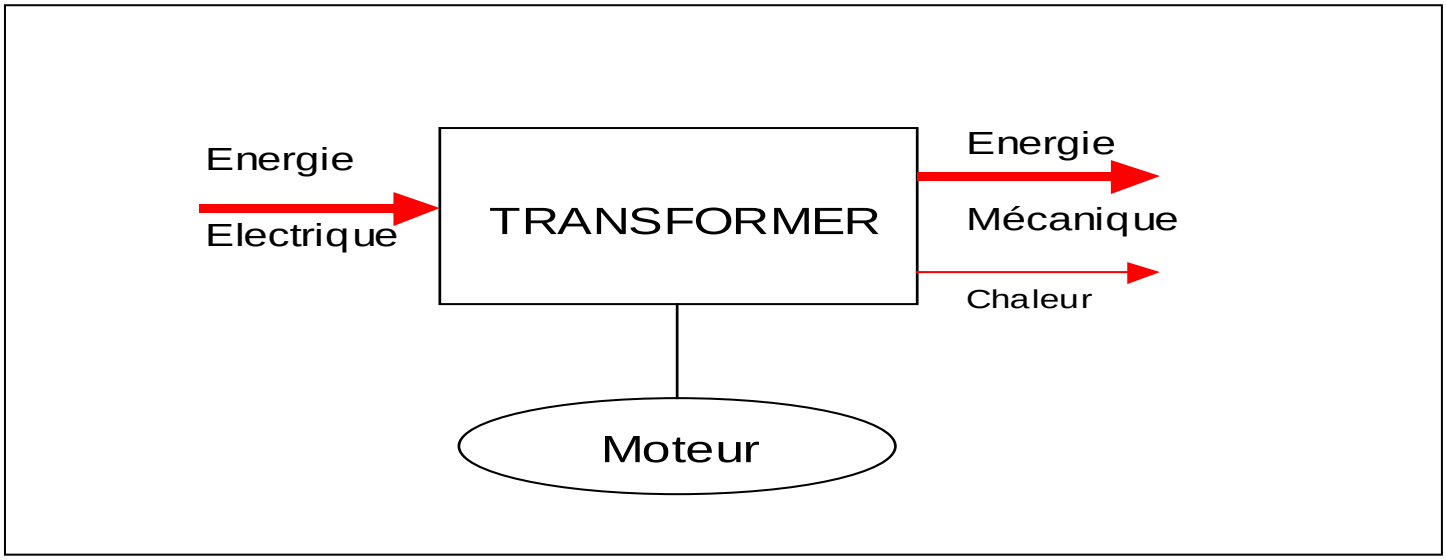
- S'informer sur la ***constitution d'un moteur asynchrone triphasé*** ;
- Etre capable ***d'installer un moteur asynchrone triphasé*** ;

1. Introduction

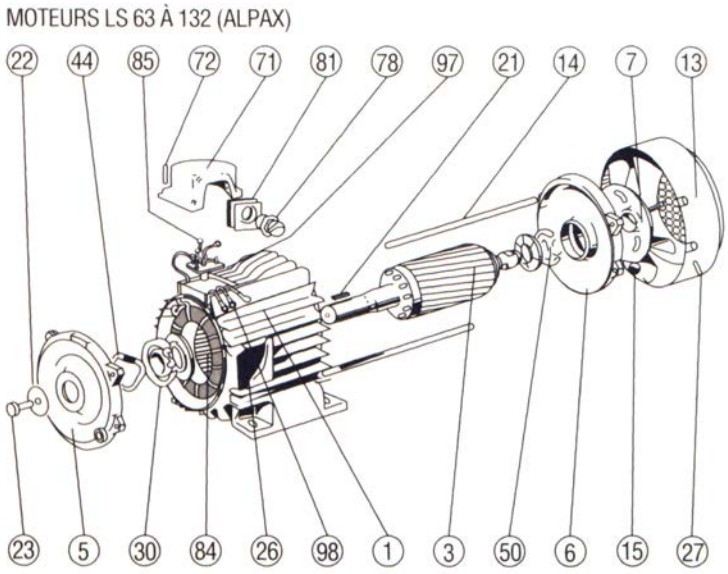
Ce moteur à rotor en court-circuit ou en cage d'écureuil est le moteur électrique ***le plus utilisé dans l'industrie***, du fait de sa robustesse, de son prix peu élevé et de sa grande durée de vie.
Les deux principales parties d'un moteur asyn,chrone triphasé sont :

- Le ***STATOR*** qui ***produit un champs magnétique tournant*** ;
- Le ***ROTOR*** qui, entraîné par ce champs tournant, ***produit de l'énergie mécanique.***

Le rapport entre ***l'énergie mécanique*** disponible et ***l'énergie électrique absorbée*** est le ***RENDEMENT*** du moteur.

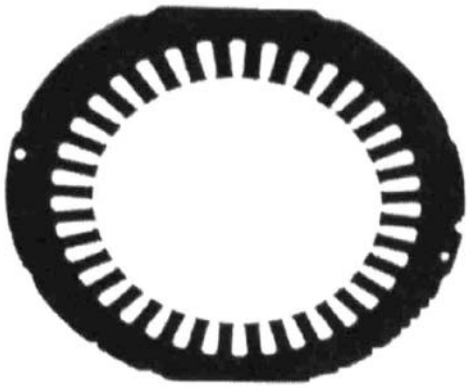


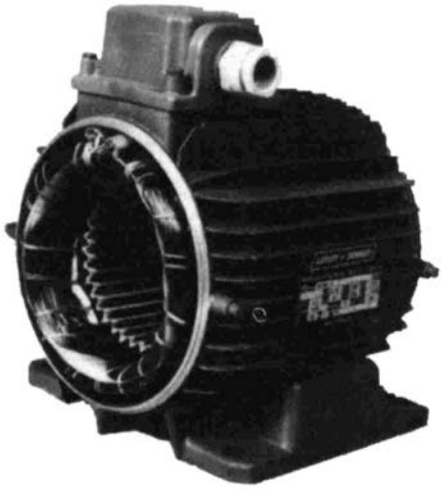
Vue Eclatée d'un moteur asynchrone triphasé



Rép.	Désignation
1	carter et stator bobiné
3	rotor
5	flasque côté accouplement
6	flasque côté ventilateur
7	ventilateur
13	capot de ventilateur
14	tige d'assemblage
15	écrou de tige d'assemblage
21	clavette de bout d'arbre
22	rondelle de bout d'arbre
23	vis de serrage rondelle
26	plaque signalétique
27	vis fixation capot
30	rouement côté accouplement
44	rondelle élastique
50	roulement côté ventilateur
71	boîte à bornes
72	vis fixation boîte à bornes
78	presse étoupe
81	plaque support presse-étoupe
84	planchette à bornes
85	vis de fixation planchette à bornes
97	vis borne de masse
98	barrettes de connexion

2. Constitution du stator





Le stator est constitué d'un ***empilage de tôles magnétiques*** sur lesquelles est surmoulée la carcasse.

Ces tôles comportent des encoches profondes dans lesquelles sont logés ***les bobinages***.

3. Comment le stator produit-il le champ tournant ?

Fig. 3

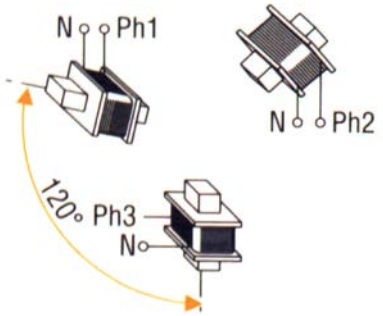


Fig. 4

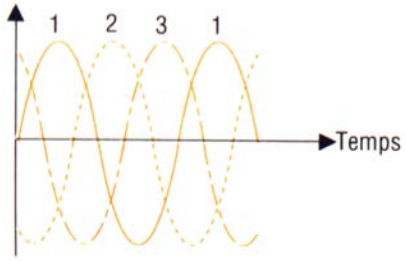


Fig. 5

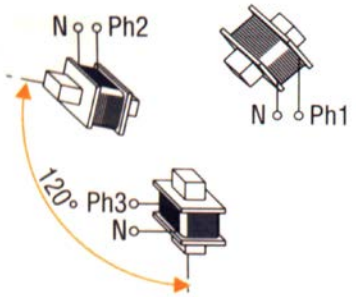


Fig. 6

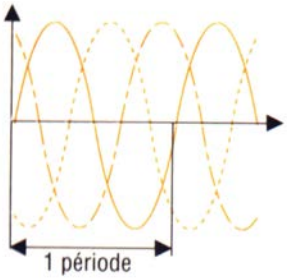
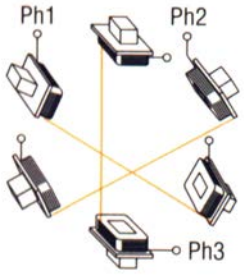


Fig. 7



Le stator est composé de ***trois enroulements identiques.***

Imaginons ces trois bobinages placés sur une circonférence à ***120° les uns des autres*** (Fig. 3).
Alimentons par une source triphasée (Fig. 4).
Les trois bobinages recevront ***l'un après l'autre*** le courant maximum :

1 puis 2 puis 3…

D'après la figure 3, le ***sens de rotation du champ tournant*** (1-2, 3-1, 1-2…) correspond au sens de rotation des aiguilles d'une montre.

- Si l'on ***intervertit deux alimentations***, par exemple Ph1 et Ph2 (Fig. 5), la rotation se fera toujours dans l'ordre 1-2, 3-1, 1-2… mais cette fois, dans le sens inverse des aiguilles d'une montre.

CONCLUSION :

Pour changer le sens de rotation d'un moteur asynchrone triphasé, il suffit d'intervertir deux fils d'alimentation.

LA FREQUENCE DE ROTATION

La fréquence du courant étant, en France, de ***50 hertz*** (50 périodes par seconde) (Fig. 6), ***le champ magnétique tourne à une fréquence de 50 rotations par seconde, soit 3.000 tr à la minute.***
Dans la pratique, il se produit un effet de ***glissement*** entre le champ tournant et le rotor, et la fréquence de rotation de ce dernier sera, en charge normale = 2850 rotations par minute.
Pour diminuer le glissement, améliorer la rotation du rotor, et obtenir une fréquence de rotation différente, ***chaque bobinage peut être divisé en deux parties égales et opposées*** (Fig. 7).
Pour 1 période : 1/50 de seconde, le champ tournant effectuera ***seulement 0.5 rotation*** ; La fréquence sera donc ***divisée par 2***, soit théoriquement, 1.500 rotations par minute, mais en raison du ***glissement***, la fréquence de rotation du rotor sera alors, toujours en charge normale, de 1.450 rotations par minute.
Si chaque bobinage était divisé en 3 parties égales, on obtiendrait un moteur dont la fréquence de rotation serait alors de ≅ 970 rotations par minute.

4. Le raccordement des bobinages à la plaque à bornes

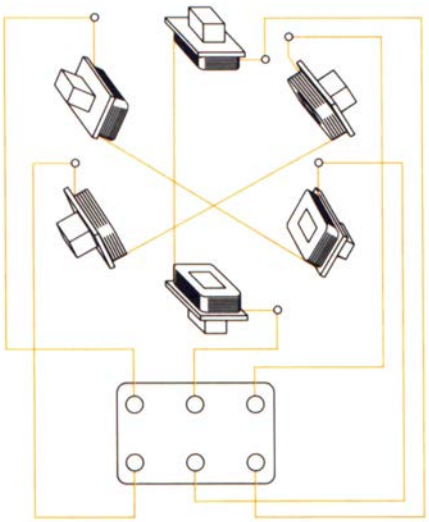


fig. 8

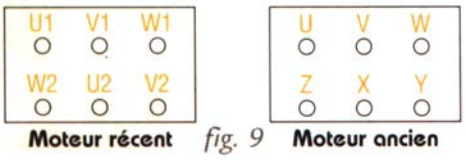


fig. 9

fig. 10

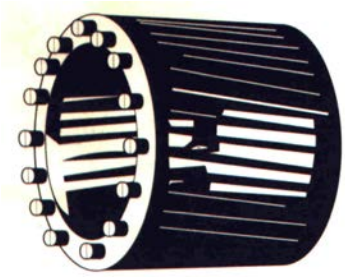


fig. 11

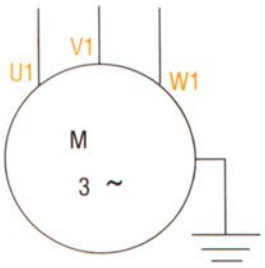


fig. 12

Les extrémités des bobinages sont raccordés, par le constructeur, à la ***boite à bornes***.

En suivant le schéma de Fig. 8, on constate que ***les 2 bornes situées face à face n'appartiennent pas au même bobinage.***

Le repérage des bornes (Fig. 9)

En plus des 6 bornes de bobinages, on trouve dans la boite à bornes, ***une borne de masse*** du moteur qui doit être reliée à la ***terre*** des l'installation.

Constitution du rotor

Le rotor est un ***empilage de tôles magnétiques*** (Fig. 10) reliées entre elles par des barres conductrices généralement en aluminium. Ces barres constituent la « ***cage d'écureuil*** » (Fig. 11).

Le montage du rotor

L'axe du rotor est monté sur ***2 roulements à billes*** logés dans les flasques. Sur les moteurs récents, ces roulements sont ***graissés à vie***, ils ne nécessitent donc pas d'entretien préventif.

La représentation des moteurs asynchrones

M1 ou M2 ou M3 … (Fig. 12)

La maintenance préventive des moteurs asynchrones

Elle consiste à :

- ***Nettoyer*** périodiquement la ***grille d'aspiration*** du capot de ventilation, pour que ce dernier puisse assurer correctement le ***refroidissement*** du moteur ;
- Si le moteur est équipé de ***graisseurs***, garnir ces derniers de ***graisse pour roulements***.

Le remplacement des pièces d'usures

Seuls les roulements sont susceptibles de s'user : il convient alors de les ***remplacer*** par des roulements de ***mêmes caractéristiques*** que les roulements d'origine.

La maintenance corrective du moteur asynchrone triphasé

Par suite de la défaillance d'une protection ou à cause d'une erreur de raccordement, le bobinage du stator peut être coupé ou en court-circuit. Le bobinage doit être refait par ***un atelier spécialisé***.

5. Installer un moteur asynchrone triphasé

fig. 1

fig. 2

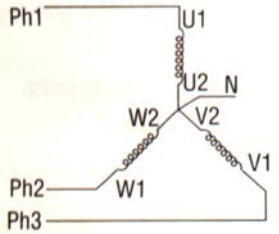


fig. 3

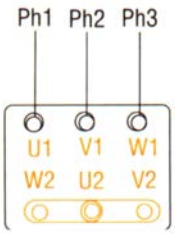


fig. 4

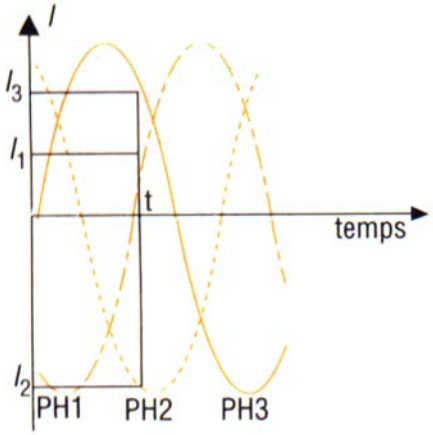


fig. 5

Cette opération comporte 2 étapes :

5.1) Coupler le moteur

Lire la plaque signalétique du moteur (Fig. 1) et repérer les tensions, ici 220V / 380V. La plus petite de ces deux tensions est celle qui doit alimenter les bobinages (ici 220V). La tension 220V correspond :

- A la tension simple (phase-neutre) d'un réseau 220 / 380 V ;
- A la tension composée (phase-phase) d'un réseau (127/220 V).

5.2) Installer les barrettes de couplage (Fig. 2)

- Si la tension du réseau correspond à la tension nécessaire est la tension simple, le raccordement des bobinages se fera selon la Fig. 3.
  Les bornes U2, V2 et W2 sont reliées entre elles par les barrettes. La boite à bornes se présente donc suivant la Fig. 4.

  Ce montage est appelé en ETOILE et symbolisé Y.

Remarque :

Le fil neutre devrait se trouver sur les barrettes (en U2 ou V2 ou W2), mais les 3 bobinages étant identiques, le courant nécessaire (en ampères) est le même sur les 3 phases, on dit que le montage est « équilibré ». Il n'y a pas de courant qui parcoure le fil neutre, en effet la somme algébrique des courants qui parcourent chacune des phases est toujours nulle (Fig. 5).

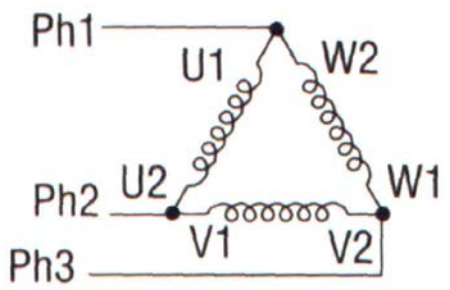


fig. 6

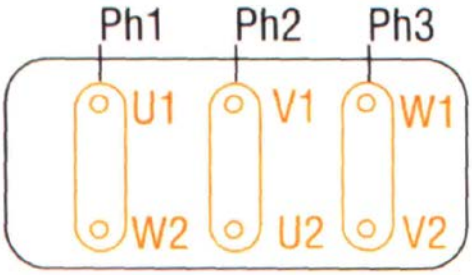


fig. 7

Tableau récapitulatif des couplages

Plaque signalétique / Réseau	127/220 V	220/380 V	380/660 V
127/220 V appelé aussi 220 TRI	En étoile Y	En triangle Δ	Impossible : sous-tension
220/380 V appelé aussi 380 TRI	Impossible surtension	En étoile Y	En triangle Δ

▪ *REMARQUES*

1) Ce moteur est le plus répandu, car il peut fonctionner sur les deux principaux réseaux en modifiant seulement le couplage.
2) Le réseau 220/380 V est en train de devenir un réseau 240/415 V.
3) Le moteur 380/660 devient 415/720 V.

- Si la tension du réseau qui correspond à la tension nécessaire est la tension composée, le raccordement des bobinages se présente suivant la Fig. 6.

  La borne U1 est reliée à W2 ;
  La borne V1 est reliée à U2
  La borne V1 est reliée à V2.

La boite à bornes se présente donc suivant la Fig. 7.
Ce montage est appelé en TRIANGLE et symbolisé par Δou D.

Attention :
L'intensité absorbée par le moteur dépend du réseau, donc du couplage. Voir la plaque signalétique.

Raccorder le moteur au réseau

Après s'être assuré que le moteur est protégé contre les ***surcharges et les courts-circuits***, on peut procéder à son branchement dans le circuit de puissance.

1. Choisir le ***câble d'alimentation***.
   Il doit comporter ***4 conducteurs***.
   Il doit comporter un ***conducteur vert-jaune***.
   Les conducteurs doivent être d'une ***section suffisante*** pour ne pas ***s'échauffer*** au passage du courant : prendre au minimum ***1mm² pour 5 ampères***. La gaine du câble doit être conforme aux règlements de sécurité.
2. Raccorder les fils d'alimentation et le conducteur de protection (terre).
3. Serrer ***le presse-étoupe*** sur le câble pour protéger les connexions contre les ***tractions*** du câble.
4. Refermer la boite à bornes, ***ne pas oublier le joint.***
5. Mettre sous tension.
6. Contrôler le ***sens de rotation***, le modifier si nécessaire.

Utilisation du multimètre

Suivant la position du bouton tournant, le mutimètre permet de mesurer :

- une tension (voltmètre)
- une intensité (amperemètre)
- une résistance (ohmmètre).

Zone d'utilisation en **ohmmètre**
De **200** à **20 MΩ**

Zone d'utilisation en **voltmètre**
De **200 mV** à **1000 V** en tension **continue**

Zone d'utilisation en **voltmètre**
De **2 V** à **750 V** en tension **alternative**

Zone d'utilisation en **ampèremètre** en courant **alternatif**

Zone d'utilisation en **ampèremètre** en courant **continu**

Fonctions annexes

Utilisation en voltmètre

Ce type de mesure ne peut se faire qu'en présence du professeur.

Avant toute mesure, il est impératif de connaître le type et la valeur de tension à mesurer.

On place alors le bouton tournant dans la zone et sur le calibre directement supérieur à la tension à mesurer.

Mesure 24 V continu

Mesure 1,5 V continu

Mesure 400 V alternatif

Utilisation en ohmmètre

Pour mesurer la continuité d'un circuit électrique, il est impératif d'isoler le circuit à contrôler.

Exemple : si on veut mesurer la continuité d'un bouton poussoir à ouverture, il faut débrancher les fils raccordés sur une des bornes du bouton poussoir avant d'effectuer la mesure.

On positionne ensuite le bouton tournant sur le calibre 200 Ω.
Si l'appareil sonne, la partie testée laisse passer le courant.
Sinon, le passage du courant est interrompu.

Pour mesurer la résistance d'un circuit, il est impératif d'isoler le circuit à contrôler. On change alors de calibre dans la zone ohmmètre, jusqu'à ce que l'on lise la valeur de la résistance. Si l'appareil n'affiche aucune valeur, cela veut dire que la résistance est infinie, donc que le circuit est coupé.

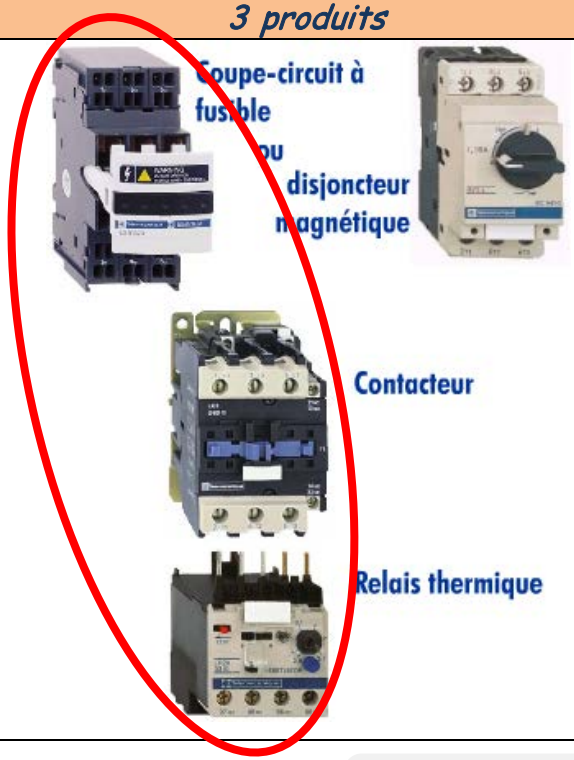
Branchement des cordons

Pour l'utilisation en voltmètre et en ohmmètre, le **cordon noir** se branche sur la borne **COM,** le cordon **rouge** sur la borne **V/Ω**.

La mesure se fait entre les 2 pointes de touche des cordons.

Départ moteur en 3, 2 ou 1 produit(s)

Il existe diverses solutions techniques avec 3, 2 ou 1 composant(s) différent(s) pour réaliser les fonctions de sectionnement, protection contre les courts-circuits, protection contre les surcharges et commutation.

3 produits	2 produits	1 produit
		
	Avantages : compacité et rapidité de mise en œuvre.	

Nous avons déjà étudié la configuration Sectionneur porte fusibles – Contacteur – Relais thermique

LE DISJONCTEUR MAGNETIQUE

Les disjoncteurs magnétiques, au même titre que les coupe-circuit fusibles ***assurent la protection des circuits électriques contre les courts-circuits.***

Pour des courants de court-circuit peu élevés, ***ils réagissent plus rapidement que les fusibles.***

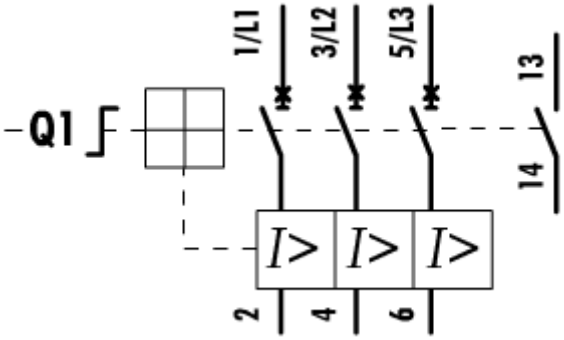
Selon le disjoncteur choisi, le ***seuil de déclanchement peut être réglé*** par l'utilisateur.

L'ensemble des pôles est coupé lorsqu'un défaut est constaté sur l'un d'eux (à la différence des fusibles dont seul celui en cause est détruit).

Lors d'une coupure de circuit, après correction du défaut, ***le disjoncteur est réarmé manuellement*** et est ***prêt à fonctionner*** à nouveau.

Au même titre que le sectionneur, le disjoncteur possède ***des contacts auxiliaires*** utilisés dans les ***circuits de commande***.

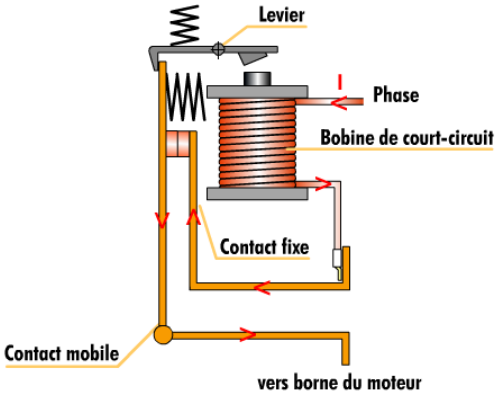
Symbole normalisé :



Fonctionnement du dispositif magnétique

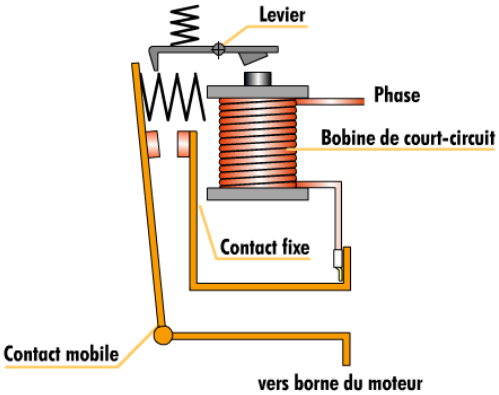
Le dispositif de protection contre les courts-circuits fonctionne sur la base d'un ***électro-aimant.***

En fonctionnement normal, le ***courant*** absorbé par le moteur ***circule dans la bobine*** du circuit magnétique mais ce courant ***n'est pas suffisant*** pour que le champ magnétique qu'il crée attire le levier. Le circuit électrique est ***fermé.***



En cas d'incident électrique, un court-circuit peut se produire.

Le ***courant va augmenter*** très brutalement. Sous l'effet de cette élévation du courant, la bobine va ***attirer le levier et ouvrir le disjoncteur*** (en 10 à 20 ms).

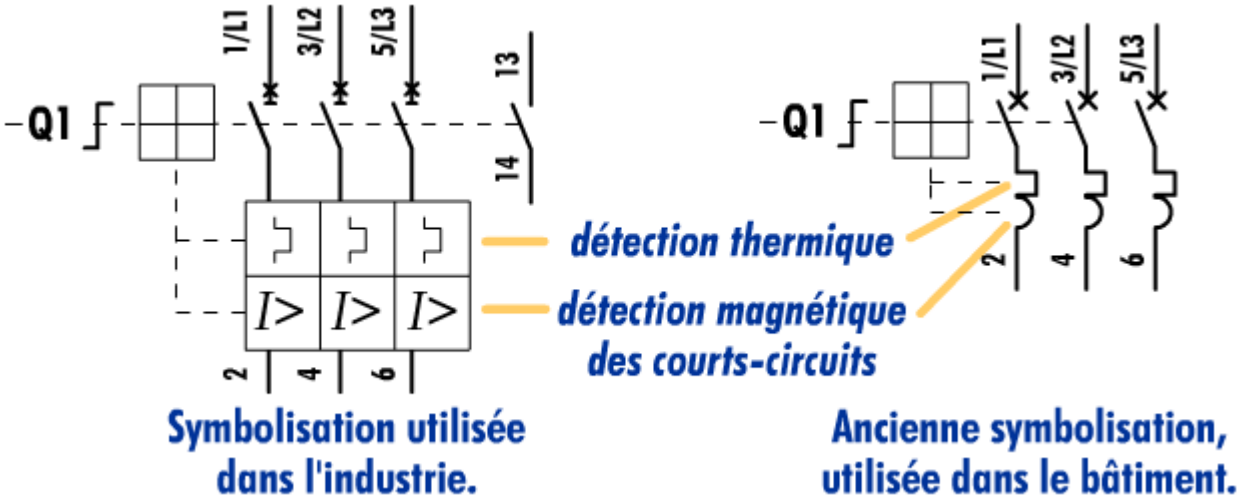


Une fois le défaut éliminé, on peut ***réarmer*** le disjoncteur pour ***remettre l'installation en service.***

LES DISJONCTEURS MAGNETOTHERMIQUES

Les disjoncteurs magnétothermiques assurent, en plus de la protection contre les courts-circuits, une ***protection contre les surcharges***, à l'instar d'un relais thermiques.

Ils ***remplacent*** dans les circuits de départ moiteur, ***l'association de fusibles*** de classe aM (accompagnement moteur) et d'un ***relais thermique.***

Lors d'une coupure de circuit, après correction du défaut, le disjoncteur est ***réarmé manuellement*** et est ***prêt à fonctionner*** de nouveau.

Symbole normalisé :