ECOLE NORMALE SUPERIEURE POUR L'ENSEIGNEMENT TECHNIQUE
(E.N.S.E.T)

FORMATION INITIALE D'INGENIEURS FORMATEURS
DEPARTEMENT DE GENIE ELECTRIQUE & MECANIQUE

MEMOIRE DE FIN D'ETUDE

REHABILITATION DES INSTALLATIONS DE L'ATELIER EL ET SALLE TECHNOLOGIE DU LYCEE TECHNIQUE D'ANTSIRANANA

Présenté par :

Fanomezantsoa RAKOTONDRANISA

Filière : Génie Electrique

Enseignants Responsables : - RABE Tsirobaka
- RAKOTOVAO Raymond
- ROBERT Etienne

PROMOTION : M.I.F.A.N.A.M.P.I

Année 2004 - 2005

REMERCIEMENTS

Je remercie le Proviseur, le chef de travaux, le chef d'atelier et les enseignants du Lycée technique de m'avoir aidé, autorisé de travailler dans cet établissement. Je remercie infiniment Monsieur RABE TSIROBAKA, Monsieur ROBERT Etienne et Monsieur RAKOTOVAO Raymond qui ont proposé ce sujet pour leurs innombrables conseils techniques et directifs fructueux tout au long de l'accomplissement de ce travail.

Ensuite, ma profonde gratitude s'adresse très chaleureusement à :

- ✓ Tout le corps enseignant de l'ENSET.
- ✓ Monsieur le président de Jury et à ses membres.

Mes vifs remerciements reviennent également :

- ✓ A tous ceux qui ont contribué directement ou indirectement à l'élaboration du travail
- ✓ A tous mes amis et mes collèges.

Je suis tout sincèrement redevable à mon père, ma mère, mes sœurs, mes tantes, mes oncles et ma grand-mère pour les soutiens moraux, spirituels et pour leurs aides financières qu'ils m'ont prodiguées.

Merci à tous

RAKOTONDRANISA Fanomezantsoa

INTRODUCTION

En 1956, l'école nommée Cours Complémentaire du Type Local (CCTL) est devenue Centre d'Apprentissage qui est fondée à l'endroit du C.E.G François de MAHY actuel. Ceci est renommé Lycée Technique Professionnelle en 1976 et elle se trouve actuellement à Ambohimitsinjo. Elle est composée de trois secteurs : Secteur industriel, Secteur génie civil, et Secteur tertiaire et deux types de formations : La formation Technique Générale (FTG) dont le but est de former les élèves pendant trois ans en matières techniques et scientifiques en vue de l'obtention du diplôme de Baccalauréat Technologique ; La Formation Professionnelle Initiale (FPI) dont le but est de former les élèves pendant trois ans en matières techniques et scientifiques pour l'obtention du Brevet d'Etude Professionnelle (BEP) et durant quatre ans pour le Baccalauréat Professionnel (BAC.PRO). Cette année, cet établissement avait fait une reconstruction sur quelques salles et ateliers. La salle technologie et l'atelier EL en était parmi. Toutes les installations électriques dans ces salles ont été démolies. La direction de l'établissement a proposé à l'Ecole Normale Supérieure pour l'Enseignement Technique (E.N.S.E.T) de faire une réhabilitation de l'installation comme sujet de mémoire. Cette réhabilitation vise à faire des études sur les équipements électriques qui les conviennent et de les installer. Elle doit être conforme à la norme des installations électriques basse tension (< 1000v entre phases) qui concerne deux domaines : ***La protection des biens (matériels) et La protection des personnes***. Tous les calculs de dimensionnement des câbles, des dispositifs de protections et de commandes dépendent du type de récepteurs, essais, mesures, type du local et les accidents qu'on pourra trouver.

Toutes les études que nous avons faites durant l'élaboration de cette installation sont détaillées dans ce livre. Et nous l'avons divisé en quatre parties : dans la première partie, on trouve le schéma bloc de l'installation, les renseignements détaillés sur les équipements électriques et des conditions qu'il faut respecter ; dans la deuxième partie, l'étude de choix du matériel de l'installation en se référant sur les types du récepteur et ses dispositifs de protections qui le conviennent. Dans la troisième partie, comment nous avons installé ces matériels qu'on a et les différents problèmes que nous avons vécus. Etant étudiant de l'école normale, nous avons donné dans la quatrième partie quelques informations que les amateurs et techniciens doivent connaître et exercices d'applications que nous avons tirées durant l'élaboration de ce travail, c'est à dire une implication pédagogique.

Etude théorique des matériels

A. Etude théorique des matériels pour l'installation:

I. Introduction :

Un immeuble, une usine ou un atelier comportent tous une installation électrique. Cette installation est constituée par des appareils. Quand on suit le parcours d'énergie, nous rencontrons une source d'énergie, puis différents appareillages électriques et enfin des appareils d'utilisation ; le tout étant relié par des lignes ou canalisations électriques.

PRODUCTION DE L'ENERGIE	
Energie primaire	Centrales
Charbon	
Pétrole	Thermiques
Nucléaire	
Chute d'eau	Hydraulique
Marées	
Vent	Eoliennes
Soleil	Solaires

APPAREILLAGE ELECTRIQUE	
Fonctions assurées	Exemples d'appareils
Connexion	Prise de courant Boites de jonction
Commande	Interrupteur Contacteur
Protection	Fusible Disjoncteur
Mesure	Compteur Voltmètre
Réglage	Gradateur de lumière

UTILISATION DE L'ENERGIE ELECTRIQUE	
Catégories d'applications	Appareil d'utilisation
Eclairage	Lampes Tubes fluorescents
Chauffage	Radiateur Chauffe-eau
Signalisation	Sonnerie Téléphone
Force motrice	Moteurs Transformateur

Matériaux : conducteurs, isolants, magnétique
Canalisation : lignes aériennes, câbles, conducteurs
Sécurité : des personnes, des animaux, des biens

Les canalisations électriques ont pour rôles :

-de transporter l'énergie de la production aux lieux d'utilisation ;

-de relier les appareils d'utilisation aux arrivées de courant par l'intermédiaire de l'appareillage.

L'étude complète d'une installation nécessite : - des données
- des traitements
- des résultats

a - Données :

Elles sont relatives :
- au lieu où est effectuée l'installation : influence externes,
- au matériel dont on dispose : câbles,
- aux règlements en vigueur,
- aux réseaux d'énergie électrique : régime du neutre.

b - Traitements :

Ce sont essentiellement :
- des sélections : sélections des conduits ; des conducteurs, des modes de pose ;
- des calculs : courants d'emploi ; intensité admissible ; section des conducteurs, chute de tension.

c - Résultats :

L'étude d'une installation se traduit par la fixation des éléments suivants :

- La définition de la canalisation :
  - Tenant et aboutissant canalisation ;
  - nature du conducteur ;
  - nature de l'isolant ;
  - section, longueur des conduits et câbles ;
  - conduit, mode de pose ;
  - disposition des conducteurs ;
  - chute de tension.
- L'appareil de protection :
  - Fusibles ou disjoncteurs ;
  - types ou réglages des valeurs assignées.

Les protections électriques de la canalisation sont liées à la section des conducteurs.

II. Etude des câbles :

Les conducteurs et câbles représentent les éléments actifs des liaisons électriques, puisqu'ils conduisent le courant électrique. Il en existe une très grande variété pour satisfaire à toutes les utilisations de l'énergie électrique.

1 - Définition :

a - Conducteur isolé :

Un conducteur isolé est un ensemble formé d'une âme conductrice et de son enveloppe isolante.

b - Câble :

Un câble est un ensemble de conducteurs électriquement distincts mais comportant une protection commune.

2 - Constitution générale :

a - Âme :

- Caractéristiques électriques :

L'âme conductrice doit présenter une résistivité très faible ; pour éviter les pertes par effet joule, on emploie :

Le cuivre : $\rho = 17{,}241 * 10^{-3}\ \Omega\ mm^2/m$

L'aluminium : $\rho = 28{,}264 * 10^{-3}\ \Omega\ mm^2/m$

(Valeur de résistivité à 20°C)

- Caractéristiques mécaniques :

L'âme des conducteurs doit être assez souple, pour suivre les tracés compliqués des canalisations.

L'âme est massive lorsqu'elle est constituée d'un conducteur unique ; elle est dite câblée lorsqu'elle est formée de plusieurs brins assemblés en toron.

Les brins des âmes câblées sont répartis en couches successives.

1re couche= 1+6= 7brins

2e couche= 1+6+12= 19brins

3e couche= 1+6+12+18= 37brins

4e couche= 1+6+12+18+24= 61brins

- Classes de souplesse:

La souplesse d'un câble dépend du nombre de brins pour une même section conductrice. Elle est définie en 6 classes : les âmes les plus rigides étant en classe 1, les plus souples en classe 6.

b - Enveloppe isolante :

L'enveloppe isolante c'est la matière entourant l'âme, elle est destinée à assurer son isolation. Elle doit posséder des propriétés bien précises. Actuellement, les matières synthétiques ont remplacé les produits tels que les papiers imprégnés ou les caoutchoucs naturels.

- Le polychlorure de vinyle (PVC) ou le polyéthylène.
- Le caoutchouc butyle vulcanisé.
- Le polyéthylène réticulé chimiquement (PRC), qui associe les bonnes propriétés électriques du polyéthylène aux propriétés thermiques du caoutchouc butyle.

▪ Propriétés électriques :

- Très forte résistivité.
- Pertes diélectriques faibles.
- Rigidité diélectrique élevée.

▪ Propriétés physiques et chimiques :

- Bonne résistance à la chaleur et au froid.
- Tenue au vieillissement
- Résistance à l'humidité, à la corrosion et au feu.

▪ Propriétés mécaniques:

Des essais de résistance à la traction, à la torsion, à la flexion permettent de contrôler les qualités mécaniques.

c - Gaines de protection :

La gaine de protection doit satisfaire à des conditions liées à l'environnement du câble, telles que :

- la température ;
- la présence d'eau, de poussières
- la possibilité de chocs mécaniques

On emploie comme matériaux de gainage, soit les matériaux isolants tels que ceux cités pour les enveloppes isolantes, soit des matériaux métalliques tels que : le plomb, l'aluminium, le feuillard d'acier.

3 - Système de dénomination :

Ils existent deux sortes de dénominations : le CENELEC est le Comité Européen de Normalisation pour l'Electricité qui vise à unifier et à harmoniser les normes des différents pays du marché commun et la dénomination UTE.

a - Tableau de dénomination CENELEC :

PARTIE 1		PARTIE 2				PARTIE 3		
Type de câble	Tension	Constituants		Construction		Nombre de conducteurs	Vert jaune	Section
		Isolant	Gaine	Forme	Âme			
Type de câble **H**: Harmonisé **A**: Type national reconnu **R-N FR-N**: Type national non reconnu **Tension** 00: 100/100 01 : ≥100/100, -300/300 03: 300/300 05: 300/500 07: 450/750 1: 600/1000		**Isolant** **R** : caoutchouc **S** : caoutchouc en silicone **B** : caoutchouc d'éthylène-propylène **X** : propylène réticulé **G** : Ethylène vinyle acétate **M**: Minéral **V**: Polychlorure de vinyle (PVC) **V2**: (PVC) résistant à la chaleur **V3**: (PVC) résistant au froid **V5**: (PVC) résistant à l'huile **Z**: Polyoléfine à faible émission de fumée et de gaz corrosifs **Gaine** **J** : Tresse de fibres de verre **N**: Polychloroprène **R**: caoutchouc **T**: Tresse textile **V**: Polychlorure de vinyle **G**: Ethylène-acétate de vinyle **B**: caoutchouc d'éthylène-propylène **Q**: Polyuréthane **N8**: Polychloroprène résistant à l'eau **S**: caoutchouc de silicone **Z**: Polyoléfine à faible émission de fumée et de gaz corrosifs **V2**: (PVC) résistant à la chaleur		**Forme** **Câble rond** (rien) : enveloppe en une couche **H7** : enveloppe en deux couches **Câble méplat** **H** : conducteurs pouvant être séparés **H2** : conducteurs ne pouvant pas être séparés **H8** : cordons extensibles **Particularités** **L2** : Gaine en plomb pur **D** : Ruban acier formant écran **D3** : avec élément porteur **C4** : Ecran par tresse en cuivre **Z4** : Armure en feuillard d'acier **J**: Tresse de fibres de verre **T**: Tresse textile **.**: Souplesse **F** : Âme souple, classe 5 **H** : Âme souple, classe 6 **K** : Âme souple, câble installation fixe **R**: Âme rigide câblée, section circulaire **S**: Âme rigide câblée, section sectorale **U**: Âme rigide massive, section circulaire **W**: Âme rigide massive, section sectorale **Y**: Âme à fil rosette		**N**: Nombre de conducteurs **X**: Signe de la multiplication en l'absence d'un conducteur vert/jaune **G**: A la signification de X lorsqu'il existe un conducteur vert/jaune **S**: Section de l'âme conductrice		

Tableau 1 : dénomination CENELEC

b - Tableau de dénomination UTE :

Séquence des symboles	Symboles	Signification
Type de série	**U** **(U)**	Normalisé Fait l'objet de prescriptions provisoires
Tension en volts	**250** **500** **1000**	Tension nominale
Âme souplesse et nature	**-** **A** **S**	Pas de symbole signifie : âme rigide en cuivre Aluminium (après tension) câbles souples
Enveloppe isolante	**B** **C** **J** **K** **E** **N** **R** **V** **X** **2** **3**	Caoutchouc butyle vulcanisé Caoutchouc vulcanisé Papier imprégné caoutchouc de silicone Polyéthylène Polychloroprène ou équivalent Polyéthylène réticulé Polychlorure de vinyle Isolant minéral Avant le symbole= gaine épaisse Avant le symbole= gaine très épaisse
Bourrage (cas d'un câble à plusieurs conducteurs)	**G** **0** **1**	Matière plastique ou élastique formant gaine de bourrage autour des conducteurs Aucun bourrage, ou bourrage ne formant pas gaine La gaine d'assemblage ou de protection forme bourrage Pas de symbole : il s'agit d'un conducteur ou d'une torsade de conducteurs
Gaine de protection non métallique	**C** **N** **V** **2** **3**	Caoutchouc vulcanisé Polychloroprène ou équivalent Polychlorure de vinyle Avant le symbole= gaine épaisse Avant le symbole= gaine très épaisse
Revêtement métallique de protection	**P** **F** **Z**	Plomb Feuillard ou fil d'acier Zinc ou autre métal
Gaine extérieure	 **V**	Sur vêtement métallique Polychlorure de vinyle
Forme	**-** **M**	Pas de symbole= forme ronde Câble méplat
N x S	**N** **X ou G** **S**	Nombre de conducteurs Signe multiplié Section des conducteurs (mm^2)

Tableau 2 : dénomination UTE

4 - Choix de l'âme : cuivre ou aluminium

- L'aluminium est léger : sa masse volumique est de 2,7 contre 8,9 pour le cuivre.
- L'aluminium fond à 658°C, le cuivre à 1083°C, par contre le soudage autogène de l'aluminium est facile et il détruit l'alumine.
- L'alumine est une couche d'oxyde très mince (0,1µ) imperméable qui fond seulement à 2000°C ; si cet oxyde assure la protection chimique de l'aluminium, il a de mauvaises qualités électriques.

L'aluminium est malléable, facile à mettre en fils et à plier.

- Comparaisons chiffrées :

$$\frac{\text{Section aluminium}}{\text{Section cuivre}} = \frac{28,26}{17,24} = 1,63$$

A résistance égale d'un mètre de conducteur, le fil d'aluminium doit avoir une section 1,63 fois plus grande.

$$\frac{\text{Diamètre aluminium}}{\text{Diamètre cuivre}} = 1,26$$

A résistance égale, le poids du conducteur aluminium est :

$$\frac{1,63 \times 2,7}{8,9} = 0,5$$

Le poids du conducteur aluminium au mètre linéaire est égal à la moitié de celui du conducteur cuivre équivalent, malgré l'augmentation de section.

5 - Influences externes :

Une installation électrique est soumise à différentes influences extérieures dues aux locaux ; il faut en tenir compte pour le choix des câbles. Lors du choix, on retient en général un critère fondamental puis on vérifie si le câble convient dans les autres cas. Il se peut que plusieurs câbles puissent convenir pour une application ; dans ce cas, on choisit la solution la plus économique.

Chaque condition d'influence externe est désignée par *un code* comprenant toujours *deux lettres majuscules et un chiffre.*

La première lettre concerne la catégorie générale des influences externes :

A : pour l'environnement
B : pour utilisation
C : pour construction des bâtiments

Le second lettre concerne la nature de l'influence externe : A, B, C, …
Le chiffre concerne la classe de chaque influence externe : 1, 2, 3, …

Tableau I : A. ENVIRONNEMENTS

Code	Classification et caractéristiques	Indice de protection (1)
	AA. Température ambiante	
AA1	Frigorifique – 60 °C + 5 °C	
AA2	Très froide – 40 °C + 5 °C	
AA3	Froide – 25 °C + 5 °C	
AA4	Tempérée – 5 °C + 40 °C	
AA5	Chaude + 5 °C + 40 °C	
AA6	Très chaude + 5 °C + 60 °C	
AA7	Extérieur abrité – 25 °C à + 55 °C	
AA8	Extérieur non protégé – 50 °C à + 40 °C	
	AB. Conditions climatiques	
AB1	Influences combinées de la température	
AB8	et de l'humidité (voir norme)	
	AC. Altitude	
AC1	Basse ⩽ 2 000 m	
AC2	Haute > 2 000 m	
	AD. Présence d'eau	
AD1	Négligeable	IP x 0
AD2	Chutes de gouttes d'eau verticales	IP x 1
AD3	Aspersion d'eau (pluie à 60°)	IP x 3
AD4	Projection d'eau (toutes directions)	IP x 4
AD5	Jets d'eau (sous pression)	IP x 5
AD6	Paquets d'eau (vagues d'eau)	IP x 6
AD7	Immersion (recouvert d'eau)	IP x 7
AD8	Submersion (recouvert en permanence)	IP x 8
	AE. Présence de corps solides	
AE1	Négligeable	IP 0 x
AE2	Petits objets (dimension ≥ 2,5 mm)	IP 3 x
AE3	Très petits objets (dimension ≥ 1 mm)	IP 4 x
AE4	Poussières	IP 5 x ou IP 6 x
	AF. Présence de substances corrosives ou polluantes	
AF1	Négligeable	
AF2	Origine atmosphérique	
AF3	Actions intermittentes	
AF4	Actions permanentes	
	AG. Chocs mécaniques	
AG1	Faibles (énergie ⩽ 0,225 J)	IK 02
AG2	Moyens (énergie ⩽ 2 J)	IK 07
AG3	Importants (énergie ⩽ 6 J)	IK 08
AG4	Importants (énergie > 20 J)	IK 10

Code	Classification et caractéristiques
	AH. Vibrations
AH1	Faibles
AH2	10 < *f* < 50 Hz, amplitude ⩽ 0,15 mm
AH3	10 < *f* < 150 Hz, amplitude ⩽ 0,35 mm
	AK. Présence de flore
AK1	Négligeable - Absence de risque
AK2	Risques nuisibles : moisissures
	AL. Présence de faune
AL1	Négligeable : absence de risque
AL2	Risques nuisibles : insectes, oiseaux
	AM. Influences électromagnétiques, électrostatiques ou ionisantes
AM1	Négligeables
AM2	Courants vagabonds
AM3	Radiations électromagnétiques
AM4	Rayonnements ionisants
AM5	Influences électrostatiques
AM6	Courants induits
	AN. Rayonnements solaires
AN1	Négligeables
AN2	Intensité ou durée significative
	AP. Effets sismiques
AP1	Négligeables S ⩽ 30 gal (1 gal = 1 cm/s²)
AP2	Faibles 30 < S ⩽ 300 gal
AP3	Moyens 300 < S ⩽ 600 gal
AP4	Forts S > 600 gal
	AQ. Foudre
AQ1	Négligeable N ⩽ 25*
AQ2	Indirect (provenance du réseau) N > 25*
AQ3	Direct (exposition du matériel)
	* N = niveau kéraunique
	AR. Mouvements de l'air
AR1	Faibles ⩽ 1 m/s
AR2	Moyens 1 m/s < ⩽ 5 m/s
AR3	Forts 5 m/s < ⩽ 10 m/s

Tableau II : B. UTILISATION

Code	Classification et caractéristiques
	BA. Compétence des personnes
BA1	Personnes non averties
BA2	Enfants se trouvant dans des locaux qui leur sont destinés
BA3	Handicapés, personnes ne disposant pas de toutes leurs capacités physiques ou intellectuelles
BA4	Personnes suffisamment informées
BA5	Personnes qualifiées
	BB. Résistance électrique du corps humain
BB1	Normale, conditions sèches ou humides
BB2	Faible, conditions mouillées
BB3	Très faible, conditions immergées

Code	Classification et caractéristiques		
	BC. Contacts des personnes avec le potentiel de la terre		
BC1	Nuls		
BC2	Faibles		
BC3	Fréquents } contacts avec des parois		
BC4	Continus } contacts avec des parois		
	BD. Évacuation des personnes en cas d'urgence	Densité d'occupation	Évacuation
BD1	Normale	Faible	Facile
BD2	Longue	Faible	Difficile
BD3	Encombrée	Importante	Facile
BD4	Longue et encombrée	Importante	Difficile
	BE. Nature des matières		
BE1	Risques négligeables		
BE2	Risques d'incendie		
BE3	Risques d'explosion		
BE4	Risques de contamination		

Tableau III : C. CONSTRUCTION DES BÂTIMENTS

Code	Classification et caractéristiques
	CA. Matériaux de construction
CA1	Risques négligeables
CA2	Bâtiments en matériaux combustibles

Code	Classification et caractéristiques
	CB. Structure des bâtiments
CB1	Risques négligeables
CB2	Facilite la propagation d'incendie
CB3	Risques dus à des mouvements de structure
CB4	Constructions flexibles ou instables

Extrait NF C 15.100

Tableau 3 : la caractéristique générale des influences externes

Les degrés de protection IP qui caractérise la protection contre les corps solides et liquides et IK la protection contre les chocs mécaniques complète ces 3 facteurs.

6 - Calcul de la section d'un conducteur :

La détermination de la section du conducteur doit être en fonction de l'échauffement et de la chute de tension.

Lorsqu'un conducteur est parcouru par un courant électrique, il s'échauffe selon la loi de joule.

$W=R.I^2.t$ avec W : énergie en joule
R : résistance du conducteur en Ω
t : Temps en seconde.

$R = \rho \times \frac{L}{S}$ avec ρ : la résistivité du conducteur
L : longueur du conducteur en m
S : section du conducteur en mm^2

Cet apport de chaleur peut se dégager plus ou moins facilement selon les modes de pose. La température maximale admissible dans les conducteurs est fonction de la nature du matériau d'isolation : 60°C pour le caoutchouc, 70°C pour le Polychlorure de vinyle (PVC) et 90°C pour le Polyéthylène réticulé (PRC), butyle (B), éthylène propylène (EPR, EPT).

a - Le courant d'emploi I_B et admissible I_Z :

La valeur du courant d'emploi dépend essentiellement des récepteurs à alimenter en énergie électrique. Le courant admissible est la valeur constante de l'intensité que peut supporter, dans des conditions données, un conducteur sans que sa température soit supérieure à la valeur spécifiée.

$$I_Z > I_B \qquad \text{(A1)}$$

b - Coordination entre les sections des conducteurs et la protection contre les surcharges :

Pour qu'un dispositif de protection assure la protection d'une canalisation contre les surcharges, on doit respecter les conditions suivantes :

$$I_B \leq I_n \leq I_Z \qquad \text{(A2)}$$

Cette condition doit être respectée pour les disjoncteurs.

Par suite de la résistance des conducteurs, il se produit une chute de tension lorsqu'il y a passage de courant. Cette chute de tension entre l'origine d'une installation et tout point d'utilisation ne doit pas être supérieure aux valeurs du tableau ci-dessous.

Installations alimentées à partir	Eclairage	Autres usages
D'un réseau basse tension	3%	5%
D'un poste de transformation d'abonné	6%	8%

Tableau 4 : Chute de tension due au conducteur

III. Etude des canalisations préfabriquées : (canalis)

Le système de canalis comporte en particulier :

- des éléments droits comportent 3 ou 4 conducteurs et un conducteur de protection électrique;
- des éléments de changement de direction en coude, des tés et des croix;
- des éléments de dérivation ;
- des éléments d'alimentation ;
- des accessoires de fixation et de raccordement.

L'ensemble de ses éléments est prévu pour un calibre d'intensité donnée.

- Classification :

En fonction des besoins des utilisateurs, on rencontre différents types de canalisations préfabriquées.

- Installation des bâtiments et des bureaux : $I_B \leq 16A$.
- Eclairage des locaux à usage industriel et commercial : $I_B \leq 40A$.
- Distribution terminale pour les petites puissances dans l'industrie et le bâtiment : I_B entre 40A et 100A.
- Moyenne puissance dans l'industrie : $100 \leq I_B \leq 800A$.
- Grosse puissance : distribution d'énergie de 4000A à 4500A.

IV. Etude des disjoncteurs :

Un disjoncteur est un appareil mécanique de connexion capable d'établir, de supporter et d'interrompre des courants dans les conditions normales du circuit. Il peut aussi supporter, pendant une durée spécifiée, et les interrompre, des courants dans des conditions de court-circuit.

Il est composé :

- de plusieurs contacts à grand pouvoir de coupure,
- d'un déclencheur thermique (bilame),
- d'un déclencheur électromagnétique (bobine à noyau plongeur).

Son fonctionnement est simple; l'ouverture automatique de ses contacts à grand pouvoir de coupure se réalise :

- par action du déclencheur thermique en cas de surcharge.
- par action du déclencheur électromagnétique en cas de court-circuit.

a - Effet thermique :

L'élément principal est un bilame formé de deux lames minces de métaux ayant des coefficients de dilatation différents. Il s'incurve lorsque sa température augmente. Cette déformation est utilisée pour déclencher :

- un système mécanique: dans ce cas l'appareil est appelé disjoncteur thermique.
- un système électrique: l'appareil est un relais thermique.

Pour ce bilame, on utilise un alliage de ferro-nickel à coefficient de dilatation élevé et nul pour l'invar. Les deux lames sont intimement liées entre elles par soudage.

Le déclenchement en triphasé s'effectue dans les cas suivants :

- surcharge en triphasé ;
- coupure d'une phase (marche en monophasé)

Le fonctionnement d'un disjoncteur de protection contre les surcharges dans une canalisation doit satisfaire à la condition suivante :

$$I_B \leq I_N \leq I_Z \qquad \text{(A3)}$$

I_B :courant d'emploi du circuit,
I_Z :courant admissible dans la canalisation,
I_N :courant nominal du dispositif de protection.

L'intensité minimale de déclenchement est, en général, à 1,15 fois l'intensité de réglage. Donc à cause du temps de réponse relativement long du bilame, le disjoncteur thermique ne permet pas une protection efficace contre le court-circuits. De ce fait, les appareils thermiques sont surtout employés dans les installations subissant des surcharges prolongées (démarrage des moteurs)

Symbole

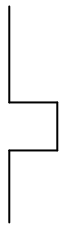


Fig 2: Symbole du déclencheur thermique

b - Effet magnétique :

Le déclencheur électromagnétique est constitué par des circuits magnétiques, contacts, vis de réglage de l'intensité de déclenchement et un ressort de rappel. La bobine est branchée en série avec l'appareil à protéger (il y a autant de bobines que de phases actives).

Pour la coupure du circuit, elle doit être exécutée même en cas de court-circuit. Le pouvoir de coupure du disjoncteur (P_C) doit être supérieur au courant de court-circuit pouvant prendre naissance dans le circuit à protéger (I_{CC}).

$$\boxed{P_C > I_{CC}} \quad . \qquad (A4)$$

Le pouvoir de coupure s'exprime pour une tension donnée en KA.

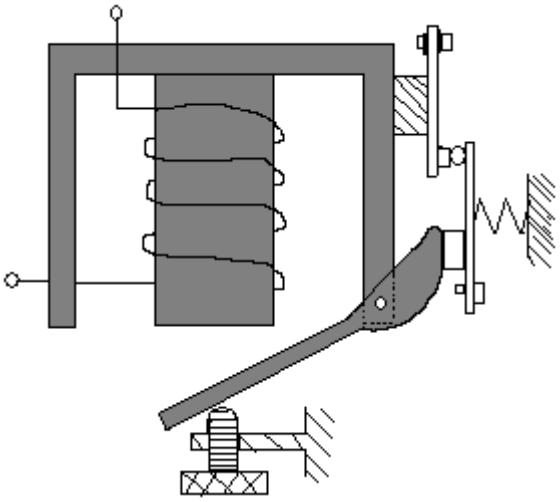


Fig 3: Schéma de déclencheur magnétique

Il joue le rôle de protection contre les courts-circuits. Il intervient au-delà des courants de surcharge et jusqu'à l'intensité maximale du courant de court-circuit. En cas de surintensité brutale, l'armature mobile est attirée et elle commande l'ouverture des contacts. Le réglage s'effectue en augmentant ou en diminuant l'entrefer

Symbole

Fig 4: Symbole du déclencheur magnétique

Symbole

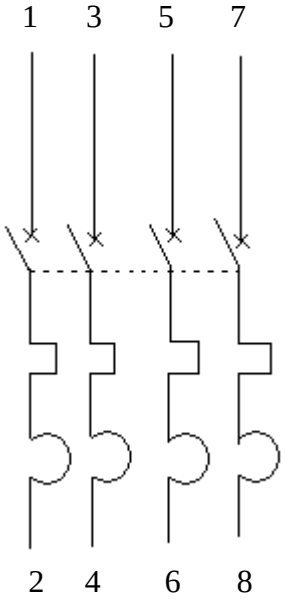


Fig 5: Symbole du disjoncteur magnétothermique

c - Dispositif différentiel :

Le dispositif différentiel comporte un circuit magnétique en forme de tore sur lequel sont bobinés le ou les circuits des phases, du neutre et celle de la bobine de détection. Il a pour rôle d'assurer :

- la protection des circuits contre les surintensités dues aux surcharges ou aux courts-circuits ;
- la protection des personnes contre les contacts indirects (fuites de courant à la terre).

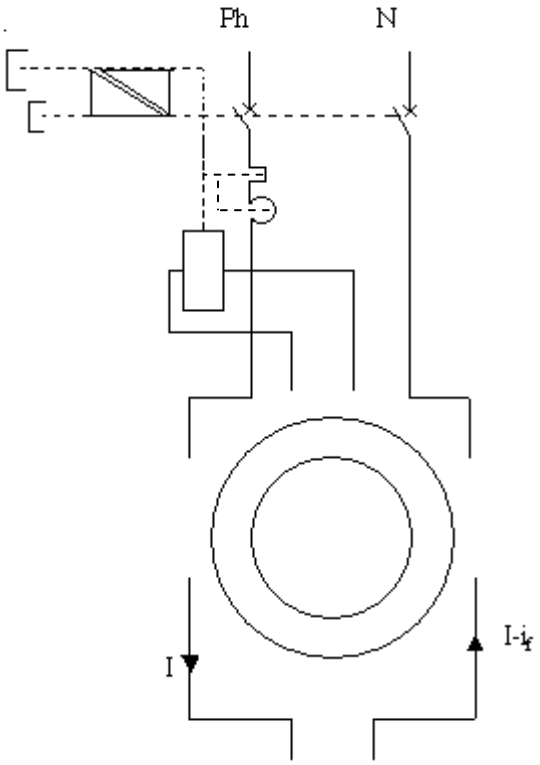


Fig 6: Schéma du disjoncteur différentiel

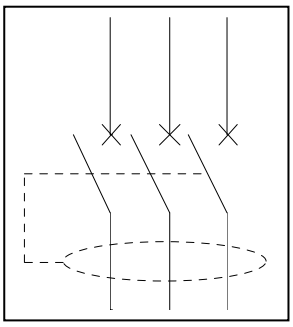
Pour le système triphasé, il comprend 4 bobines sur le tore (3 phases + neutre).

A l'absence du courant de fuite ou courant résiduel de défaut, les flux produits par les bobines s'annulent, il ne se passe rien.

Si un défaut survient, le courant résiduel de défaut produit un déséquilibre des flux dans les bobines et un flux magnétique apparaît dans le tore.

La bobine de mesure ou bobine de détection est le siège d'une force électromotrice (f.e.m) qui alimente un petit électro-aimant provoquant le déverrouillage du disjoncteur.

Symbole



Les bobines de trois phase

Fig 7: Symbole du disjoncteur différentie

d - Caractéristiques et emplacement :

- Caractéristique électrique :

Toute l'installation alimentée par la distribution JIRAMA doit être protégée par un dispositif différentiel résiduel placé à l'origine de l'installation. Cette solution présente l'inconvénient de couper toute l'installation en cas de défaut. Pour y remédier, on utilise plusieurs appareils différentiels à moyenne ou haute sensibilité. Cela permet une sélectivité de la protection.

- Tension nominale
- Courant nominal
- Nombre de pôles
- Pouvoir de coupure
- Sensibilité : de 100 à 650mA pour la moyenne sensibilité et 6 à 30mA haute sensibilité.

- Emplacement :

Le réglage de la sensibilité dépend de son emplacement :

- A l'origine de l'installation, sa sensibilité est de 500mA et il est dit sélectif
- A l'origine du circuit à protéger, sa sensibilité est de 30mA.

V. Etude des contacteurs :

Le contacteur est un appareil mécanique de connexion ayant une seule position de repos, commandé autrement qu'à la main, capable d'établir, de supporter et d'interrompre des courants dans les conditions normales du circuit, y compris les conditions de surcharge en service. Son intérêt est de pouvoir être commandé à distance au moyen de contacts, peu encombrants et sensibles, actionnés manuellement ou automatiquement. Il existe deux dispositions : contacteur à translation, contacteur à rotation.

1 - Caractéristique :

Le contacteur est caractérisé par la tension, le courant nominal, fréquence, catégorie d'emploi et le type d'enveloppe de protection.

2 - Choix du contacteur :

Le choix du contacteur est lié aux :

- Variable d'entrée :
  - Tension du réseau ;
  - Nature du courant, fréquence.
- Variable de sortie :
  - Nature du récepteur ;
  - Puissance, rendement, déphasage ; tension d'alimentation ;
  - Durée de fonctionnement ;
  - Fréquence des manœuvres de commande.

Compte tenu de ses facteurs, on doit déterminer les caractéristiques du contacteur à utiliser :

- Courant d'emploi ;
- Tension d'emploi ;
- Catégorie d'emploi ;
- Fréquence de manœuvre et facteurs de marche éventuellement durée de vie électrique.

3- Catégorie d'emploi :

Les catégories d'emploi normalisées fixent les valeurs que le contacteur doit établir ou couper. Elles dépendent :

- De la nature du récepteur contrôlé : moteur à cage, à bagues, à résistances ;
- Des conditions dans lesquelles s'effectuent fermetures et ouvertures : moteur lancé ou calé ou en cours de démarrage, inversion du sens de marche, freinage à contre-courant.

	Catégorie	Récepteur	Fonctionnement
Alternatif	AC-1	Four à résistances	Charges non inductives ou faiblement inductives
	AC-2	Moteur à bague	Démarrage, inversion de marche
	AC-3	Moteur à cage	Démarrage, coupure du moteur lancé
	AC-4	Moteur à cage	Démarrage, inversion, de marche par à-coups
Continu	DC-1	Résistance	Charges non inductives
	DC-2	Moteur	Démarrage, coupure
	DC-3	Shunt	Démarrage, inversion, à-coups
	DC-4	Moteur	Démarrage, coupure
	DC-5	série	Démarrage, inversion, à-coups

Tableau 5 : Catégorie d'emploi du contacteur

4- Désignation d'un contacteur :

Elle doit comprendre :

- Le type du contacteur :
  - Le nombre de pôles : 3,
  - Nature du courant : triphasé 50Hz,
  - Le milieu de coupure : air.
- Les caractéristiques assignées : courant et tension
- Le type de circuit de commande et les dispositifs d'alimentation : tension et nature du courant d'alimentation de la bobine.
- Les circuits auxiliaires : contacts instantanés ou temporisés.
- Le degré de protection des enveloppes : IP x x, IK x x

VI. Etude des boutons de commande :

Le bouton de commande assure la commande d'un équipement. Il assure la signalisation lorsqu'il est muni d'un voyant lumineux.

- Caractéristique :

Un bouton de commande est caractérisé par :

- Courant nominal thermique : 10A
- Tension nominale d'isolement : 500V
- Résistance entre bornes : ≤ 25mΩ
- Force d'action : contact à fermeture « F » : 1 daN, contact à ouverture « O » : 0,8daN.
- Protection contre les courts-circuits : Fusible à cartouche gI 10A.
- Raccordement : -Capacité de serrage

Le bouton à poussoir « coup de poing » ou bouton d'arrêt d'urgence est utilisé pour une intervention d'urgence ou pour une manipulation répétitive. Il peut être à clé n°455 qui sert à verrouiller l'installation. Le bouton poussoir lumineux est utilisé aussi pour regrouper sous un encombrement réduit les fonctions commande et signalisation.

La couleur du bouton à poussoir a de signification pour son utilisation. Voici les différentes couleurs qu'on peut trouver pour les boutons poussoirs, sa signification et son utilisation. Les éléments de contact pour les boutons ou corps pour bouton comprennent plusieurs types : à un élément de contact, à deux éléments de contact. Sa référence caractérise son type lumineux ou non.

COULEUR	SIGNIFICATION	UTILISATIONS USUELLES
ROUGE	Action en cas d'urgence ou arrêt ou mise hors tension	- lutte contre l'incendie - arrêt d'urgence - arrêt général - arrêt moteur (s) - réarmement combiné avec arrêt
JAUNE	Interventions	Intervention pour supprimer des conditions anormales ou pour éviter les changements non désirés.
VERT OU NOIR	Mise en service Mise sous tension	- démarrage général - démarrage moteur (s) - mise en marche d'un élément de machine - fermeture d'un interrupteur

Tableau 6: Signification des couleurs du bouton de commande et son utilisation

A partir de sa référence, d'après la TELEMECANIQUE, on pourra envisager son type. Les boutons poussoir contact « F » sont marqués par un chiffre impair (jaune, vert ou noir) et le bouton poussoir contact « O » est marqué par un chiffre pair. Exemple le XB2-BA21 coloré en noir, XB2-BA31 en vert et XB2-BA51 en jaune. Le contact à ouverture XB2-BA42 est coloré en rouge. Et d'après LEGRAND, le bouton d'arrêt d'urgence comporte 3types : à poussoir « coup de poing », rouge, ø 40mm tourner pour déverrouiller ; à poussoir « coup de poing », rouge, ø 40mm à verrouillage par clé n° 455 ; à poussoir « coup de poing », rouge, ø 70mm à verrouillage par clé n° 455.

VII. Les voyants lumineux : On utilise les voyants lumineux pour informer par exemple la présence du courant sur l'installation. Ils peuvent être de couleur : blanc, vert, rouge, jaune, bleu ou incolore. Chaque couleur a de signification.

Etude de Choix du Matériel

Schéma dans l'armoire

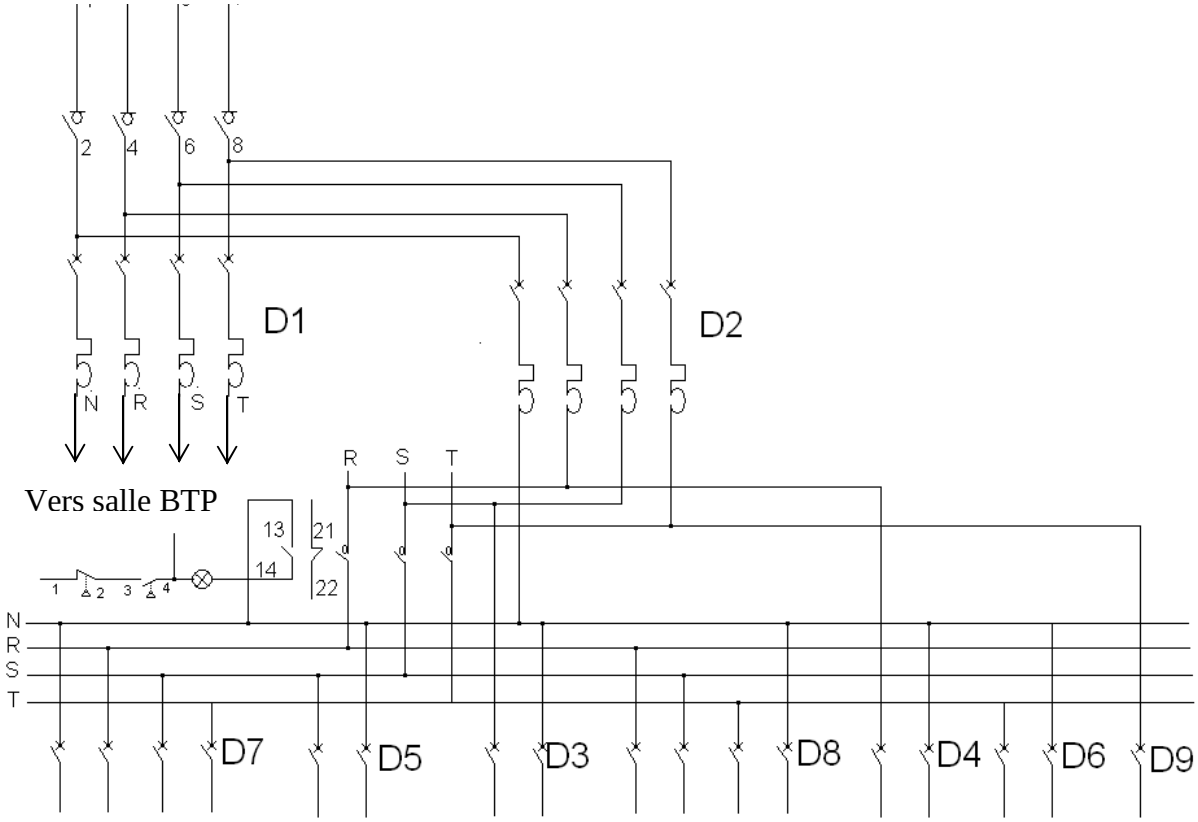


Fig 8: Ancien schéma d'installation dans l'armoire

Avant de commencer le travail, j'ai relevé d'abord le schéma des installations dans l'armoire de distribution qui se trouve dans l'atelier. Voici ci-dessus le schéma que j'ai relevé. Si nous analysons bien ce schéma, on a remarqué qu'un seul contacteur commande les prises de courant monophasé et triphasé de ces deux salles (salle technologie et Atelier EL). Les circuits de l'éclairage ne passent pas par le contacteur.

On sait qu'on a deux salles de traitements d'électricité. Je crois qu'un seul contacteur n'est pas suffisant pour cette installation. Par exemple si les deux salles sont en service, et d'un coup on a un problème dans une salle, en appuyant sur le bouton d'arrêt d'urgence, les deux salles sont dépourvues du courant, le travail de nos collègues dans l'autre salle est interrompu. Alors pour éviter ces problèmes, il nous faut deux contacteurs. Chaque salle est commandée par un contacteur.

Voici ci-dessous le nouveau schéma que nous trouvons efficace pour l'installation de l'atelier et la salle technologie du Lycée technique d'Antsiranana.

Nouveau schéma dans l'armoire

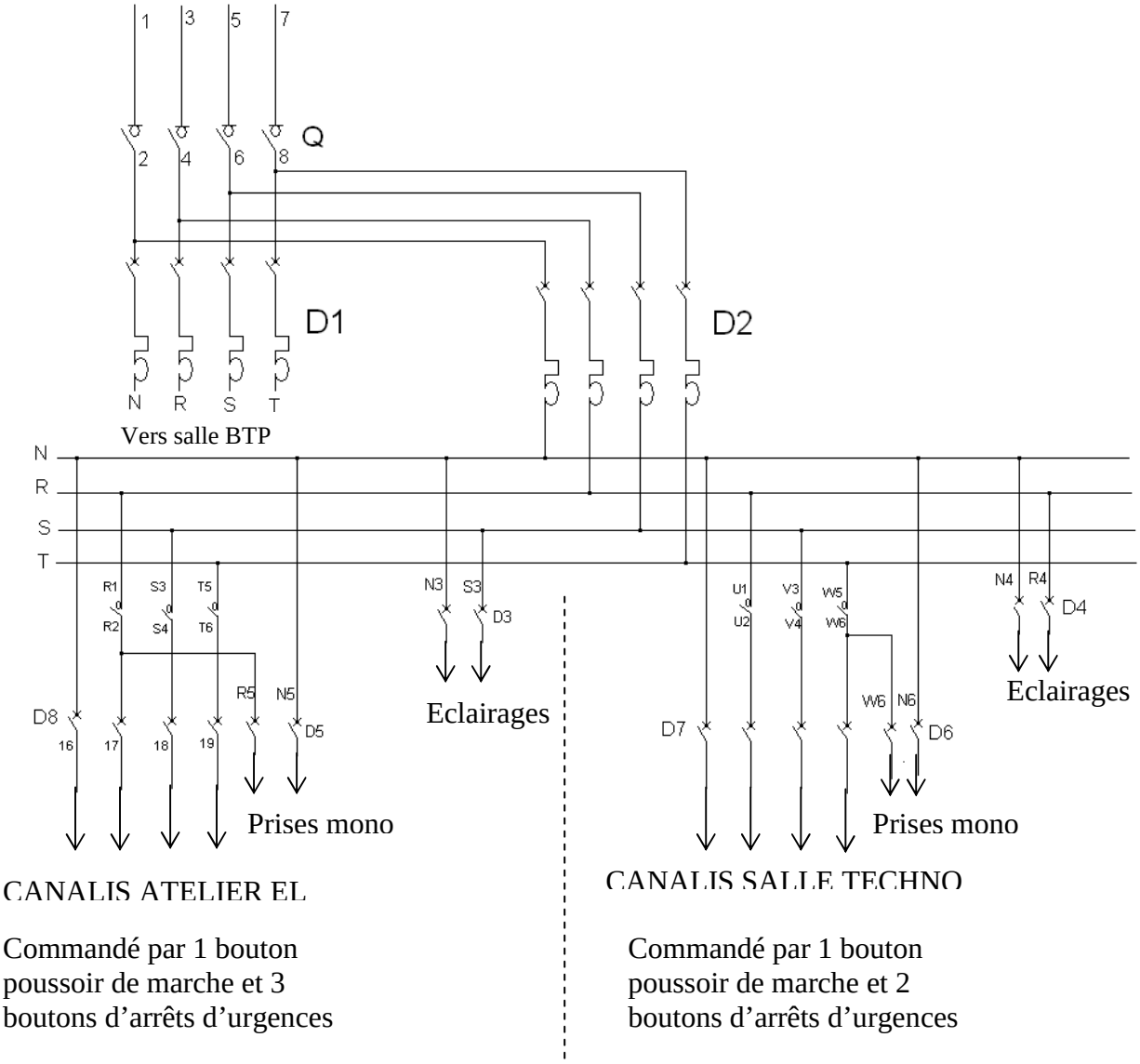


Fig 9: Nouveau schéma d'installation dans l'armoire

Q : Interrupteur-sectionneur
D.. : Disjoncteur

NB : Pour chaque canalis, on trouve 12 dérivations. Nous avons fait le calcul sur les équipements suivant le nombre de ces dérivations. Si on veut élargir l'atelier un jour, on ferra directement l'installation sans modifier les équipements. Le nombre de station pour chaque canalis actuellement est égal à 6.

Si on tient compte que les 12 dérivations sont en service, avec des moteurs qui ont sa puissance utile de 4kW de chaque, le courant absorbé par ces 12 moteurs atteint 69,12A. Chaque moteur absorbe un courant de 9,6A. On utilise pour chaque canalis un disjoncteur tétrapolaires du type compact NC 100 de pouvoir de coupure 10KA et pour chaque station, un disjoncteur Legrand du type D de référence 018 79, d'intensité nominale 10A, de pouvoir de coupure 6KA.

$I_{abs}=I_{tot}*K$ avec K le facteur de simultanéité. On prend K=0,6 pour les moteurs supérieurs à 10.

$I_{tot}=9,6*12=115,2A$

$I_{abs}=9,6*12*0,6=69,12A$

D'après le tableau des caractéristiques et encombrements des moteurs UNELEC à bagues types fermés en fonte fixation par pattes (1500tr/mn) rotor bobiné, on a P=4KW, η=82% ; Cos φ=0,76 et le tableau des caractéristiques pour les moteurs à cages du type fermé en fonte (1500tr/mn), on a P=4KW ; η=82% ; Cos φ=0,78.

Donc la puissance absorbée par le moteur est de $P_a=\frac{P_u}{\eta}=\frac{4KW}{0,82}=4,878KW$ ce qui correspond à I=9,5A. Donc cette valeur est vérifiée par le tableau qui a donné 9,6A.

Puissance en kW	I_n sous 220 V monophasé (A)	I_n sous 220 V triphasé (A)	I_n sous 380 V triphasé (A)
0,75	5,2	3	1,75
1,1	7,8	4,5	2,6
1,5	10,5	6	3,5
1,8	13,1	7,5	4,4
2,2	15,7	9,1	5,2
3	21	12,1	7
3,7	26	15,1	8,7
4	29	16,6	9,6
4,5	—	18,1	10,5
6	—	24	14
7,5	—	30	17,5
9	—	36	21
10	—	40	23
11	—	45	26
13	—	53	30
15	—	60	35
17	—	65	38
18,5	—	71	41
20	—	77	44
22	—	85	49
25	—	99	58
30	—	114	66
33	—	127	73
37	—	142	82
40	—	154	89
45	—	170	99
50	—	199	115
55	—	212	123
63	—	229	133
75	—	273	158
80	—	291	169
90	—	328	190
100	—	364	211
110	—	401	232
132	—	481	279
150	—	547	317
160	—	583	338
185	—	675	391
200	—	729	422
220	—	802	465
250	—	912	528

Tableau 7 : Tableau donnant la valeur de In suivant la puissance utile Pu des moteurs en courant alternatif

$$I = \frac{Pu}{\sqrt{3} \times Cos\varphi \times \cup} = 9{,}5A$$

I. Dimensionnement des câbles :

a - *La section du câble qui part du canalis jusqu'à la prise en passant par le disjoncteur* :

NB : J'ai pris en moyenne la longueur du câble, pour chaque station, de 6m.

- En régime nominal : Cos φ=0,78 ; L=6m ; $\frac{\Delta \cup}{\cup} = 8\%$; I_n=9,6A

I*L=9,6*0 ,006=0,057A.Km

ΔU=380*0,08=30,4V

- En régime de démarrage: Cos φ=0,35 ; L=6m ; $\frac{\Delta \cup}{\cup} = 5\%$; I=7*I_n= 67,2A

I*L=67,2*0 ,006=0,403A.Km
ΔU=380*0,05=19V
Avec ΔU : la chute de tension

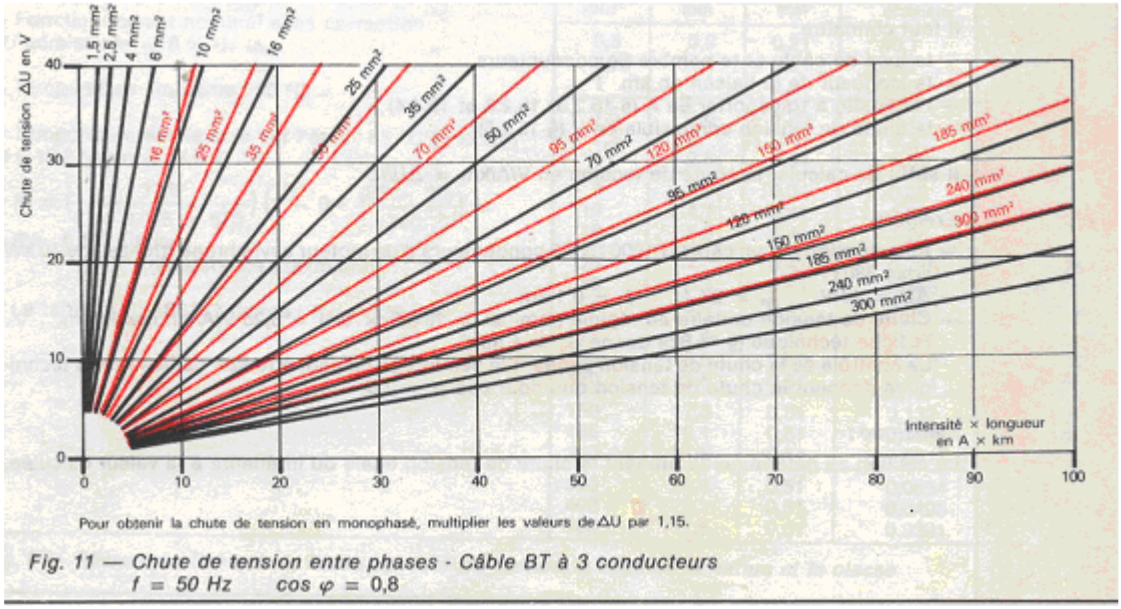


Fig 10 : Détermination de la section du conducteur en fonction de la chute de tension avec cos ø = 0,8

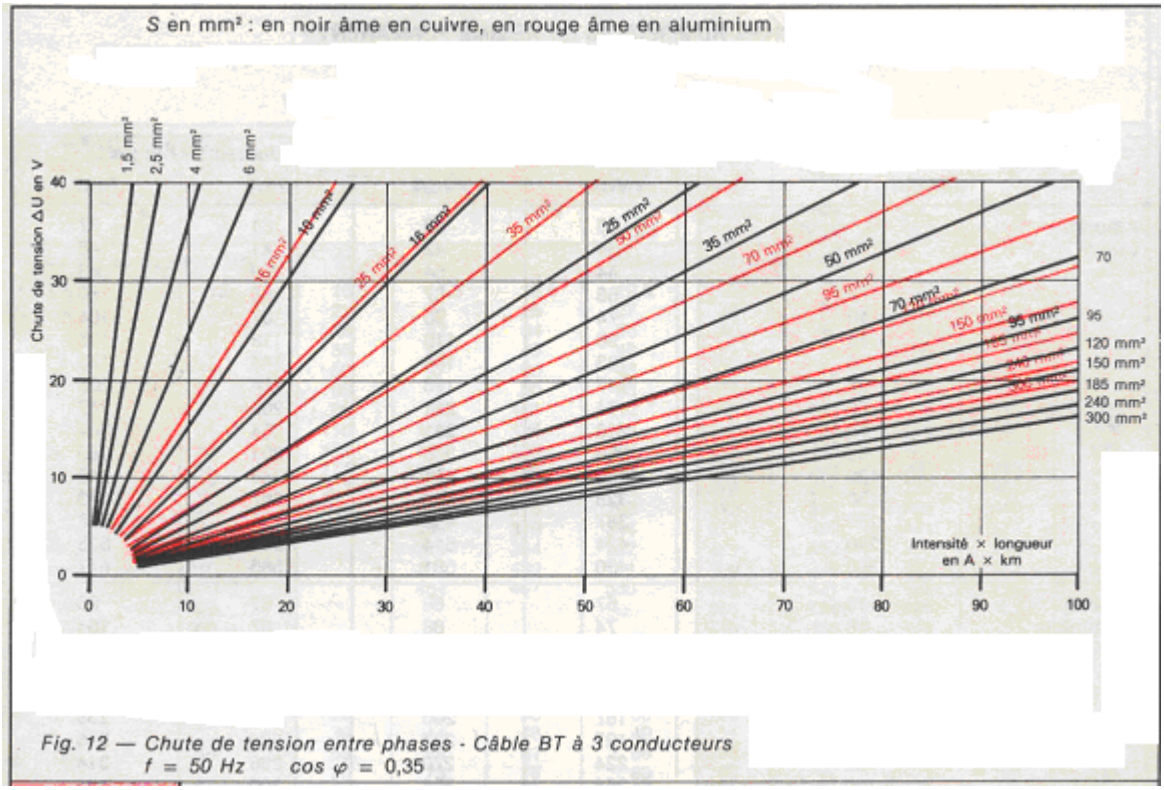


Fig 11 : Détermination de la section du conducteur en fonction de la chute de tension avec cos ø = 0,35

D'après l'abaque, on peut utiliser un câble de section 1,5mm^2 mais j'ai pris la section 2,5 mm^2 parce que la section 1,5mm^2 représente la section minimale et en plus, cette section est faite en générale pour des lampes.

Câble utilisé : 5G2,5 mm^2 âme en cuivre (3P+N+T)

b - *La section du câble qui part de l'armoire jusqu'au canalis* :

On sait que Iabs=9,6*12*0,6=69,12A.

Donc d'après les renseignements des différents tableaux de détermination des conducteurs, comme le R2V, on peut utiliser un câble de section 16mm^2.

Câble utilisé : 5G16 mm^2 âme en cuivre (3P+N+T)

R2V : âme en cuivre

AR2V : âme en aluminium

(1) Ame classe 1

Ame classe 2 pour toutes sections *S*

(2) Intensités et chutes de tension pour une installation triphasée

(3) Intensités et chutes de tension pour une installation monophasée
Θ_p = 90 °C
Θ_{cc} = 250 °C
Θ_a du sol = 20 °C
Θ_a de l'air = 30 °C

Indice 100 au 1/3/85 135 kF (TTC)

Nombre de conducteurs	Diamètre approx. extérieur (conducteurs ronds) mm	Masse approx. au km de câble Cu kg	Masse approx. au km de câble Alu kg	Section nominale mm²	Intensité admissible Câble enterré Cu A	Intensité admissible Câble enterré Alu A	Intensité admissible Câble posé sur tablettes Cu A	Intensité admissible Câble posé sur tablettes Alu A	Chute de tension par ampère et par km ($\cos\varphi$ = 0,8) Cu V	Chute de tension par ampère et par km ($\cos\varphi$ = 0,8) Alu V	Indice prix au km (indicatif) Cu	Indice prix au km (indicatif) Alu
1 (2)	19,0	1250	490	120	363	283	379	299	0,35	0,53	58,6	30,9
	21,0	1550	600	150	405	316	435	344	0,30	0,45	72,6	37,9
	23,0	1900	740	185	457	356	496	392	0,26	0,37	89,7	46,9
	26,0	2450	940	240	529	413	484	461	0,22	0,30	117	62,0
	28,5	3050	1200	300	600	468	665	525	0,19	0,26	147	78,0
	32,5	3900	1500	400	690	538	779	613	0,17	0,22	193,5	101,2
	36,5	4900	1850	500	780	608	870	687	0,15	0,19	242,7	127,5
	40,5		2350	630		686		782		0,17	—	163,8
2 (3)	9,5	125		1,5 (1)	34		24		25		3,86	—
	9,5	130		1,5	34		24		25		4,35	—
	10,0	155		2,5 (1)	46		33		15		4,89	—
	10,5	165		2,5	46		33		15		5,13	—
	11,0	200		4 (1)	59		45		9,5		6,4	—
	11,5	215		4	59		45		9,5		6,93	—
	13,0	275		6	74		58		6,3		9,41	—
	14,5	395	280	10	101	79	80	63	3,8	6,3	13,75	—
	17,0	560	340	16	128	100	107	85	2,4	3,9	19,95	12,85
	19,5	820	500	25	162	126	142	112	1,6	2,5	30,12	18,87
	22,0	1100	630	35	195	152	175	138	1,1	1,8	39,21	22,67
3 (2)	10,0	140		1,5 (1)	29		22		21		4,75	—
	10,0	150		1,5	29		22		21		5,27	—
	10,5	180		2,5 (1)	40		30		13		6,02	—
	11,0	190		2,5	40		30		13		6,49	—
	11,5	240		4 (1)	51		40		8,3		8,38	—
	12,5	255		4	51		40		8,3		8,97	—
	13,5	330		6	64		52		5,4		12,44	—
	15,5	480	310	10	88	69	71	57	3,2	5,5	17,93	—
	18,0	700	390	16	111	87	96	76	2,1	3,4	26,25	15,62
	20,5	1050	560	25	141	110	127	101	1,3	2,2	41,13	24,20
	23,0	1400	720	35	170	133	157	125	1,0	1,6	54,78	30,10
	26,0	1800	940	50	204	159	190	151	0,75	1,2	79,76	40,5
	30,5	2550	1300	70	252	197	242	192	0,55	0,85	110,6	57,0
	34,5	3450	1700	95	302	236	293	232	0,42	0,63	145,4	74,8
	38,0	4300	2100	120	345	269	339	269	0,35	0,52	179,8	89,6
	42,5	5300	2600	150	386	301	390	309	0,30	0,44	222,6	108,4
	47,5	5600	3250	185	435	339	444	353	0,26	0,37	273,7	132,3
	53,5	8600	4150	240	504	393	522	415	0,22	0,30	357,9	172,4
	62,0		5500	300		445		472	0,19	0,25	—	216,9
4 (2)	10,5	165		1,5 (1)	29		22		21		5,73	—
	11,0	170		1,5	29		22		21		6,40	—
	11,5	215		2,5 (1)	40		30		13		7,42	—
	12,0	230		2,5	40		30		13		8,18	—
	12,5	290		4 (1)	51		40		8,3		10,46	—
	13,0	305		4	51		40		8,3		10,68	—
	14,5	405		6	64		52		5,4		15,74	—
	17,0	600	360	10	88	69	71	57	3,2	5,5	22,71	—
	19,5	870	460	16	111	87	96	76	2,1	3,4	33,68	19,5
	22,5	1350	690	25	141	110	127	101	1,3	2,2	52,98	30,6
	25,5	1750	860	35	170	133	157	125	1,0	1,6	71,2	38,1
	29,0	2350	1150	50	204	159	190	151	0,75	1,2	104	52,8
	34,0	3250	1600	70	252	197	242	192	0,55	0,85	143,4	74,2
	38,5	4400	2100	95	302	236	293	232	0,42	0,63	191,6	93,1
	42,5	5600	2600	120	345	269	339	269	0,35	0,52	235,4	115,6
	47,5	6800	3200	150	386	301	390	309	0,30	0,44	290,6	139,0
	53,0	8600	3950	185	435	339	444	353	0,26	0,37	355,2	169,2
	62,5	11500	5600	240	504	393	522	415	0,22	0,30	459,1	218,8
	68,5		6800	300		445		472	0,19	0,25	—	275,3
5 (2)	11,5	200		1,5 (1)	29		22		21		7,64	—
	11,5	205		1,5	29		22		21		8,53	—
	12,5	260		2,5 (1)	40		30		13		10,03	—
	13,0	280		2,5	40		30		13		10,78	—
	13,5	355		4 (1)	51		40		8,3		13,30	—
	14,5	375		4	51		40		8,3		14,45	—
	16,0	495		6	64		52		5,4		20,09	—
	18,5	740	420	10	88	69	71	57	3,2	5,5	30,20	—
	21,5	1100	560	16	111	87	96	76	2,1	3,4	44,30	25,8
	25,0	1650	840	25	141	110	127	101	1,3	2,2	67,80	39,2

Utilisation :
— installations industrielles courantes.
— colonnes montantes d'immeubles.

Pose : — fixé aux parois
— sur chemins de câbles, en caniveaux...
— enterrés avec protection complémentaire (dalles, caniveaux sablés...)

Tableau 8: Détermination de la section du conducteur en fonction de l'intensité du courant

Donc le type du câble qu'on va utiliser pour les deux salles, demande des critères suivants :

- Degré de protection : IP 20, IK 08 : 2 pour le IP signifie la protection contre les corps solides supérieur à 12mm (ex : doit de la main), 0 : pas de protection sur les liquides et le 08 pour le IK indique que l'énergie du choc est de 5 joules pour un test à 40cm avec une masse de 1,25 Kg
- Corps solide : AE 1
- Présence d'eau : AD 1
- Choc mécanique : AG 3

Voici les types du câble qu'on pourra utiliser : U 500 RGPFV, U 500 RVFV, U 500 R2V, U 500 R12N, H 05 RN-F

Tableau II : Partie 2 - Établissements industriels

Désignation des emplacements ou locaux		Degrés de protection minimaux		Corps solides	Présence d'eau	Chocs mécaniques	Corrosion	Nature des matières	Câbles						
									FRN 05 W-U	FRN 05 VL2V	U1000 RGPFV	U1000 RVFV	U1000 R2V U1000 R12N	H 0 7 RN-F	U500 X, XV U1000 X, XV
		IP	*IK*	AE	AD	AG	AF	BE							
Abattoirs	1	55	08	4	5	3	3		×	×					
Accumulateurs (fabrication)	2	33	07	2	3	2	3	+ (+)	×	×	r	r	r	r	r
Aluminium (fabrique et dépôt)	3	51,53	08	4	2,3	3	3	+ (+)	×	×	×	×	(r)		s
Animaux (élevage, engraissement)	4	45	07	3	5	2	3								s
Blanchisseries	5	23,24	07	1	3,4	2	3								s
Boucheries	6	24,25	07	1	4,5	2									
Boulangeries	7	50	07	4	1	2									
Brasseries	8	24	07	1	4	2	2	+							
Briqueteries	9	55,34	08	4	3,4	3			×	×					
Coutchouc (fabrication, transformation)	10	54	07	4	4	2	3	+							s
Cartoucheries	11	53	08	4	3	3		+ (+)	×	×	r	r	r	r	r
Cartons (fabrication)	12	33	07	2	3	2		+							
Carrières	13	55	08	4	5	3	2		×	×					
Charbons (entrepôts)	14	53	08	4	3	3		+	×	×					
Charcuteries	15	24,25	07	1	4,5	2									
Chaudronneries	16	30	08	2	1	3			×	×					
Chlore (fabrique et dépôts)	17	33	07	2	3	2	4	(+)	×	p	p	p	p	p	ps
Chromage	18	33	07	2	3	2	4	(+)	×	p	p	p	p	p	ps
Cimenteries	19	50	08	4	1	3	3		×	×					s
Cokeries	20	53	08	4	3	3		+ (+)	×	×	r	r	r	r	r
Combustibles liquides (dépôts)	21	31,33	08	2	2,3	3		+ (+)	×	×	p	p	p	p	p
Cuit (fabrication, dépôts)	22	31	08	2	2	3			×	×					
Cuivre (traitement des minéraux)	23	31	08	2	2	3	4	+	×	×					
Décapage	24	54	08	4	4	3	4		×	×	p	p	p	p	p
Distilleries	25	33	07	2	3	2	3	+							s
Électrolyse	26	03	08	1	3	3	4	(+)	×	×	r	r	r	r	r
Engrais (fabrication et dépôts)	27	53	07	4	3	2	3	+ (+)	×	×	r	r	r	r	rs
Explosifs (fabrication et dépôts)	28	55	08	4	5	3	3	(+)	×	×	r	r	r	r	rs
Filatures	29	50	07	4	1	2	2	+							
Fromageries	30	25	07	1	5	2	3								
Gaz (usines et dépôts)	31	31	08	2	2	3	3	+ (+)	×	×	r	r	r	r	rs
Goudrons (traitement)	32	33	07	2	3	2	3	+							s
Graineteries	33	50	07	4	1	2									
Hydrocarbures (fabrication)	34	33,34	08	2	3,4	3	4	+ (+)	×	×	r	r	r	r	r
Imprimeries	35	20	08	1	1	3		+	×	×					
Laiteries	36	25	07	1	5	2	3								s
Laveries, lavoirs publics	37	25	07	1	5	2									
Liquides inflammables (dépôts, ateliers où l'on emploie des)	38	21	08	1	2	3	3,4	+ (+)	×	×	r	r	r	r	r
Machines (salle de)	39	20	08	1	1	3			×	×					
Matières plastiques (fabrication)	40	51	08	4	2	3	4	+	×	×	p	p	p	p	p
Menuiseries	41	50	08	4	1	3		+	×	×	(r)	(r)	(r)	(r)	(r)
Métaux (traitement des)	42	31,33	08	2	2,3	3	3	+	×	×	(r)	(r)	(r)	(r)	(r)s
Moteurs thermiques (essais de)	43	30	08	2	1	3		+	×	×					
Ordures ménagères (traitement des)	44	53,54	07	4	3,4	2	3	+	×	×					s
Papier (fabrique)	45	33,34	07	2	3,4	2		+	v	v					s
Peintures (fabrications et dépôts)	46	33	08	2	3	3	3	+	×	×	(r)	(r)	(r)	(r)	(r)s
Plâtres (broyage, dépôts)	47	50	07	4	1	2	3								
Produits chimiques (fabrication)	48	30,50	08	2,4	1	3	4	+	×	×	p	p	p	p	p
Raffineries de pétrole	49	34,35	07	2	4,5	2	3	+	×	×	r	r	r	r	r
Savons (fabrication)	50	31	07	2	2	2	4		×	p	p	p	p	p	p
Scieries	51	50	08	4	1	3		+	×	×					
Serrureries	52	30	08	2	1	3			×	×					
Silos à céréales ou à sucre	53	50	07	4	1	2		+	×	×	r	r	r	r	r
Sucreries	54	55	07	4	5	2	3	+	×	×	(r)	(r)	(r)	(r)	(r)s
Tanneries	55	35	07	2	5	2	3		×	×	×	×			×
Teintureries	56	35	07	2	5	2	3	+	×	×	×	×			×
Vernis (fabrication, application)	57	33	08	2	3	3	3	+	×	×					s
Verreries	58	33	08	2	3	3	3	+	×	×					s
Zinc (travail du)	59	31	08	2	2	2	3		×	×					s

Absence d'indication : câble admis
× : câble interdit + classé BE2
Lettres p, r, s, t, v : voir en bas des tableaux 3 et 4
(+) classé BE3

Tableau 9: Détermination du type du câble en fonction des emplacements

- Significations:

  - U 500 RGPF

U: Câble normalisé
500: Tension nominale 500V
_ : Âme rigide en cuivre
R : Conducteurs isolés au polyéthylène réticulé
G : Bourrage matière plastique
P : Revêtement métallique de protection en plomb
F : Feuillard d'acier
V : Polychlorure de vinyle à l'intérieur

  - U 500 RVFV

U: Câble normalisé
500: Tension nominale 500V
_ : Âme rigide en cuivre
R : Conducteurs isolés au polyéthylène réticulé
V : Gaine de protection en polychlorure de vinyle
F : Feuillard d'acier
V : Polychlorure de vinyle à l'intérieur

  - U 500 R2V

U: Câble normalisé
500: Tension nominale 500V
_ : Âme rigide en cuivre
R : Conducteurs isolés au polyéthylène réticulé
2 V: Gaine extérieur épaisse en polychlorure de vinyle

  - U 500 R12N

U: Câble normalisé
500: Tension nominale 500V
_ : Âme rigide en cuivre
R : Conducteurs isolés au polyéthylène réticulé
1 : Gaine d'assemblage forme bourrage
2 N: Gaine extérieur épaisse en polychloroprène

  - H 05 RN-F

H : Système harmonisé
05 : Tension nominale300/500V
R : Enveloppe isolante en caoutchouc
N : Gaine extérieur en polychloroprène
F : âme souple classe 5

La dénomination H 05 RN-F correspond à U 500 SC 12-N pour l'ancienne dénomination

c - *La section du câble pour les contacts à coup de point*:

La section du câble pour les contacts à coup de point est de 1,5mm^2.
Câble utilisé : 2*1,5 mm^2
Câble: U 250 VGV 2*1,5

- Signification:

  - U 250 VGV 2*1,5

U: Câble normalisé
250: Tension nominale 250V
V : Enveloppe isolante en polychlorure de vinyle
G : Bourrage matière plastique
V : Gaine de protection en polychlorure de vinyle
2 : 2 conducteurs
1,5 : Section des conducteurs 1,5mm^2

II. Type des contacteurs :

Iabs=9,6*12*0,6=69,12A
Pa=U*I*√3*Cos φ=380*69,12*1,73*0,8=36,351KW
U=380/400V en triphasé
f=50Hz

D'après les renseignements ci-dessus, le type du contacteur qui va supporter le circuit d'une canalis est LC1 ou LP1-D80. Ce contacteur tripolaire a pour courant d'emploi maximal 80A de tension ≤ 440V, de puissance nominale d'emploi 37KW en 380/400V en AC-3.

Tableau I : Courant et puissance en catégories AC3-AC4

Taille des contacteurs			LC1-LP1- K06	LC1-LP1- K09	LC1-LP1- K12	LC1-LP1- D09	LC1-LP1- D12	LC1-LP1- D18	LC1-LP1- D25	LC1-LP1- D32	LC1- D38	LC1-LP1- D40	LC1-LP1- D50	LC1-LP1- D65	LC1-LP1- D80	LC1- D95
courant d'emploi maximal en AC-3	≤ 440 V	A	6	9	12	9	12	18	25	32	38	40	50	65	80	95
puissance	220/240 V	kW	1,5	2,2	3	2,2	3	4	5,5	7,5	9	11	15	18,5	22	25
nominale	380/400 V	kW	2,2	4	5,5	4	5,5	7,5	11	15	18,5	18,5	22	30	37	45
d'emploi *P*	415 V	kW	2,2	4	5,5	4	5,5	9	11	15	18,5	22	25	37	45	45
(puissances	440 V	kW	3	4	5,5	4	5,5	9	11	15	18,5	22	30	37	45	45
normalisées	500 V	kW	3	4	4	5,5	7,5	10	15	18,5	18,5	22	30	37	55	55
des puissances	660/690 V	kW	3	4	4	5,5	7,5	10	15	18,5	18,5	30	33	37	45	45

Tableau 10: Courant et puissance en catégorie AC-3

III. Type du bouton de commande et ses boîtes :

Pour déterminer le type du bouton de commande, on doit se référer à la condition d'utilisation. Ces boutons servent à commander d'une part l'alimentation de la salle et d'autre part la coupure de l'installation en cas d'urgence. Donc d'après ces conditions, on doit utiliser des boutons de commande coup de poing colorés en rouge, avec clé (contact O), qui servent à couper l'alimentation et boutons tournants à serrure en noir, avec clé (contact F), qui met la salle en sous tension. On utilise les boutons à clé parce que si on a des problèmes comme incendie, dans la salle, le courant est coupé une fois qu'on actionne sur ce bouton et le verrouillage se fait à clé. Donc pour ce contacteur, on n'utilise pas les contactes auxiliaires pour le maintient mais il suffit tout simplement de relier directement les contactes à clé en série avec la bobine du contacteur. Le maintient se fait à clé.

Voici son schéma de montage :

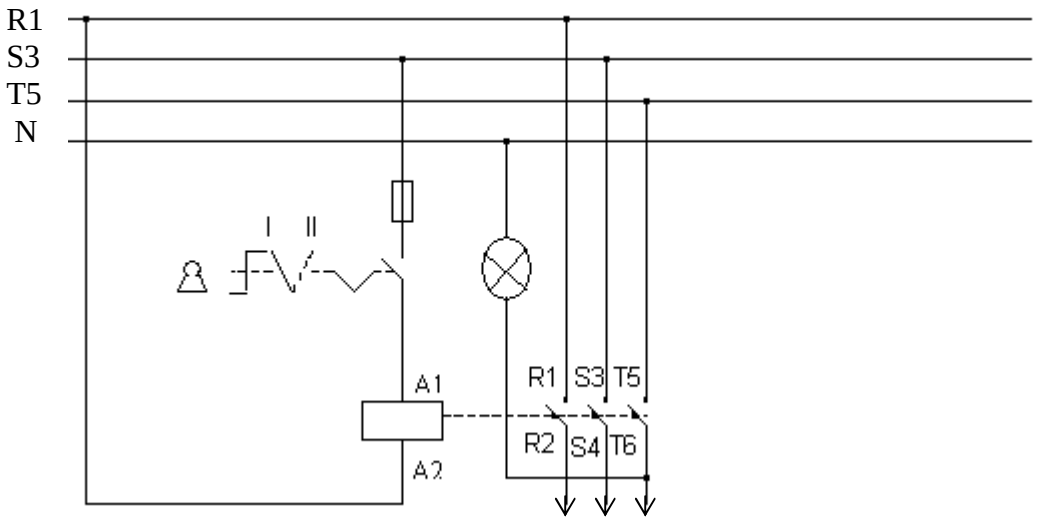


Fig 12 : Schéma du circuit de commande du contacteur de l'atelier EL

Nous avons monté tous les boutons de commande d'un contacteur en série et nous n'avons pas utilisé les contactes auxiliaire car nous avons utilisé les boutons à clé, le maintient se fait à clé.

Bouton de commande coup de poing: XB2-BC42 dans le cas si on utilise le contact auxiliaire.
Bouton tournant à serrure (clé n° 455) : XB2-BG21
D'après Legrand, le bouton d'arrêt d'urgence comporte 3types : référence 246 81 à poussoir « coup de poing », rouge, ø 40mm tourner pour déverrouiller ; référence 246 82 à poussoir « coup de poing », rouge, ø 40mm à verrouillage par clé n° 455 ; référence 246 83 à poussoir « coup de poing », rouge, ø 70mm à verrouillage par clé n° 455. Le bouton à serrure noire livré avec clé n° 455 à 2 positions fixes de référence 246 72 met la salle en sous tension.

a - Elément de contacte :
- NO, référence 247 51
- NF, référence 247 52
- NF, référence 247 72 (1 élément de contact avec réducteur de tension, alimentation 230/250V, lampe BA9S/2,6W/130V non fournie)

b - Collerette de finition : référence 248 00 simple carré

c - Boites à boutons :
On utilise les boites à boutons pour fixer les boutons. On emploie les boites boutons à 3 perçages pour un voyant lumineux, bouton à serrure et bouton d'arrêt d'urgence. Les boites à boutons à 3 perçages porte la référence 248 53. Les boites à boutons d'arrêt d'urgence à coup de poing ø 40mm à verrouillage par clé n° 455 porte la référence 248 59 d'après Legrand.

IV. Type du disjoncteur :
Le courant absorbé par les 24 stations en service atteint jusqu'à 138,24A.

$I_{abs}=9,6*24*0,6=138,24A$

a - Disjoncteur principal D2 : disjoncteur magnéto-thermique muni d'un déclencheur à courant résiduel (disjoncteur magnéto-thermique + disjoncteur différentiel) réglé à 500mA si nous n'avons pas des disjoncteurs différentiels pour chaque station. Le type du disjoncteur, qu'on pourra utiliser, est de Legrand 081 76, d'intensité nominale 160A en 40°C, de pouvoir de coupure 30KA en 380V avec 4 nombres de pôles.

b - Disjoncteur pour chaque canalis :

Le courant absorbé par les 12 stations en service atteint jusqu'à 69,12A.

I_{tot}=9,6*12=115,2A

I_{abs}=9,6*12*0,6=69,12A

Le type du disjoncteur, qu'on va utiliser, est un disjoncteur magnéto-thermique type D tétrapolaires 400V, d'intensité nominale In= 80A, de pouvoir de coupure 25KA, de référence 081 24 d'après Legrand. Elle assure la protection des circuits à fort courant d'appel comme les moteurs, transformateurs.

c - Disjoncteur pour chaque station :

Le courant absorbé par un moteur de 4KW est de 9,6A. Le disjoncteur qui va protéger chaque station est un disjoncteur magnéto-thermique type D, tétrapolaires 400V, d'intensité nominale In= 10A, de pouvoir de coupure 6 KA, de référence 018 79 d'après Legrand.

d - Disjoncteur pour le prise monophasé :

Le type du disjoncteur pour les prises monophasé est un disjoncteur magnéto-thermique unipolaire + neutre 230V type C, d'intensité nominale In= 20A, de pouvoir de coupure 6KA, de référence 019 22 d'après Legrand. Le disjoncteur type C assure la protection générale des circuits

e - Disjoncteur pour les lampes:

Le type du disjoncteur pour les lampes est un disjoncteur magnéto-thermique unipolaire + neutre 230V type C, d'intensité nominale In= 16A, de pouvoir de coupure 3KA, de référence 018 95 d'après Legrand.

V. Type d'armoire de distribution :

Il assure la protection du matériel électrique contre certaines influences externes et la protection du personnel contre les contacts directs.

- Indice de protection :

Pour l'indice de protection, nous prenons le IP 55 - 9

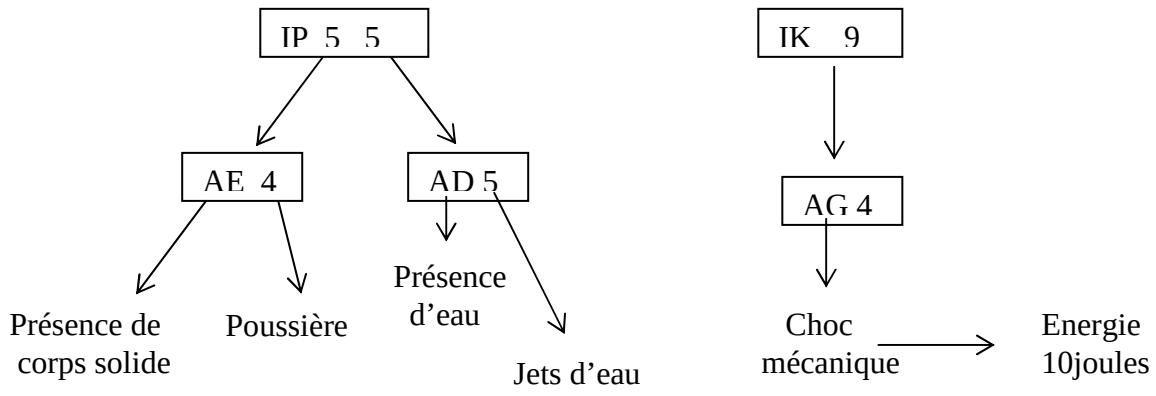


Fig 13 : Schéma d'explication sur l'indice de protection IP 55-9

- Surface d'encombrement Se :

Cette surface d'encombrement des appareils composant l'équipement est utilisée pour déterminer la valeur de la surface utile.

Produits	Référence	Se (dm^2)	Nombre
Disjoncteur	Legrand 081 76 Legrand 081 24 Legrand 019 22 Legrand 018 95	1,8000 1,2120 0,0017 0,0017	1 2 2 2
Contacteur	LC1-D80 tripolaire	1,10	2
Interrupteur-sectionneur	225 37	3,1374	1
Répartiteurs	Legrand 374 49 Legrand 046 85	4,8620 0,9143	1 2
		S_{etot} =16,2588	

Tableau 11: Section d'encombrement des équipements électriques

- Surface utile :

On multiplie la surface d'encombrement par un coefficient de foisonnement K_f= 2,5 qui tient compte du câblage et des borniers pour un équipement sur profilés « DIN », pour trouver la valeur de la surface utile.

Su = 16,2588 * 2,5 = 40,647dm^2

Donc d'après ce renseignement, on pourra utiliser l'armoire métallique monobloc IP 55-9 de référence 356 46, de dimension extérieure 1800 *800 *400 avec châssis assemblé avec montants de référence 361 62 et traverses de référence 367 88.

VI. Type du canalis :

Le type du canalis qu'on trouve dans la salle technologie et atelier EL est de petite puissance. C'est une distribution terminale pour les petites puissances de type KN avec courant d'emploi I_B compris entre 40A et 100A. Son schéma est présenté ci-dessous.

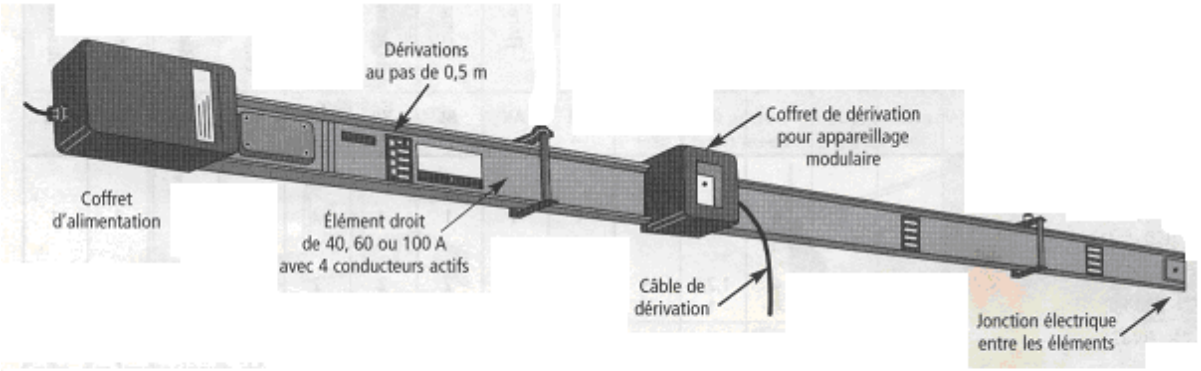


Fig 14 : Distribution de petite puissance (Système KN de 40 à 100 A)

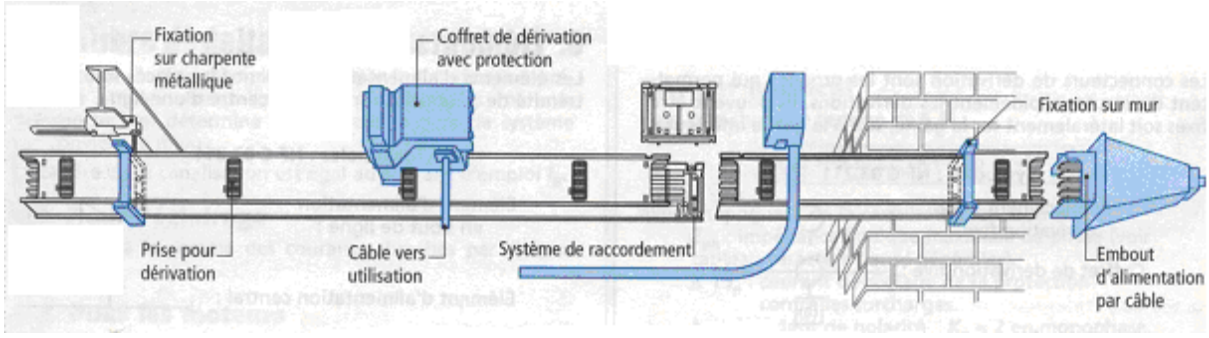


Fig 15 : Schéma détaillé du canalis

Le coffret de dérivation du KN de 40 à 100A contient un système de protection à fusible. Le type du fusible dépend du type des récepteurs. Il peut être des fusibles aM, gG ou gI

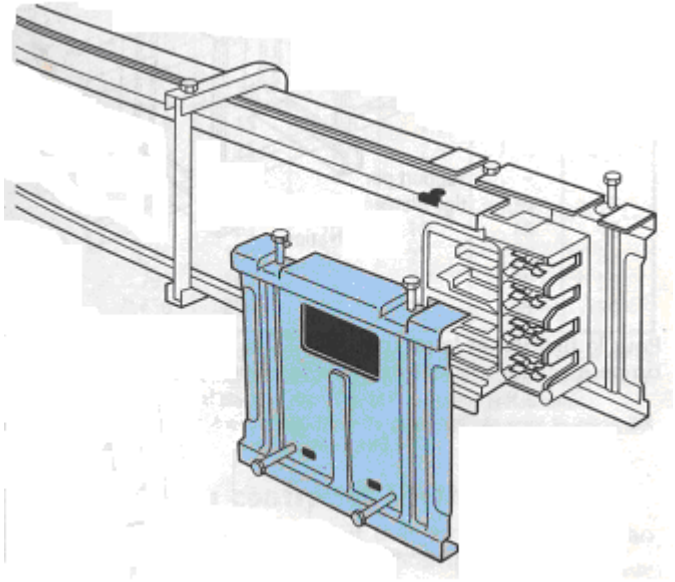


Fig 16 : Système de raccordement d'élément

- <u>Détermination du calibre du fusible pour le coffret de dérivation du canalis</u> :

Nous avons considéré comme charge pour chaque station un moteur triphasé de puissance 4KW. Le calibre du fusible qu'on utilise est de 20A si on utilise le gI (usage industriel) et de calibre 10A pour aM (accompagnement moteur) de dimension 10*38. Ces valeurs sont obtenues d'après la figure ci-dessous :

Tableau donnant le calibre et la taille des cartouches en fonction de Puissance du moteur

220 V tri			380 V tri			10 × 38 calibres		14 × 51 calibres		22 × 58 calibres		T. 00 calibres		T. 0 calibres		T. 1 calibres		T. 2 calibres		T. 3 calibres		T. 4 calibres	
kW	ch	I_n (A)	kW	ch	I_n (A)	gl	aM	gl	aM	gl	aM	gl	aM	gl	aM	gl	aM	gl	aM	gl	aM	gl	aM
			0,37	0,5	1,03	4	2	4	2														
0,37	0,5	1,8	0,75	1	2	6	4	6	4														
0,75	1	3,5	1,5	2	3,5	8	4	8	4	8	4		4										
1,1	1,5	4,4	2,2	3	5	12	6	12	6	12	6		6										
1,8	2,5	7	3	4	6,6	16	8	16	8	16	8	16	8										
2,2	3	8,7	4	5,5	8,5	20	10	20	10	20	10	20	10										
3	4	11,5	5,5	7,5	11,5		12	25	12	25	12	25	12										
4	5,5	14,3	7,5	10	15,5			32	20	32	20	32	20										
5,5	7,5	20	11	15	22			50	25	50	25	50	25										
7,5	10	27	15	20	30				32	50	32	50	32										
10	13,5	35	18,5	25	37				40	63	40	63	40	63	40								
11	15	39	22	30	44					80	50	80	50	80	50								
15	20	52	25	34	51					100	63	100	63	100	63								
18,5	25	64	30	40	60						80	125	80	125	80	125	80						
22	30	75	37	50	72						80	125	80	125	80	125	80	125					
			45	60	85						100		100	160	100	160	100	160					
30	40	103	55	75	105								125		125	200	125	200	125				
45	60	147	75	100	138										160	250	160	250	160				
55	75	182	90	125	170												200	315	200				
75	100	239	110	150	205												250	400	250				
			132	180	245														315				
90	125	295	160	218	300														315				
110	150	356	200	270	370														400				
132	180	425	250	340	475																500		
160	218	520	315	430	584																630		630
220	300	710	400	550	750																		800

Tableau 12: Calibre et la taille du fusible en fonction de la puissance du récepteur

VII. Type des bornes à prise arrière :

Ces bornes reçoivent les *fiches bananes* ø 4mm. On met ces bornes pour chaque station pour faciliter la prise de courant ou la mesure. Ils peuvent être de couleur bleue, de référence 329 06 ; noire de référence 329 03, rouge de référence 329 04 ou vert/jaune de référence 329 05, d'intensité admissible 32A, de tension nominale 1000V.

VIII. Boite de dérivation : Boite *plexo* à fermeture par enclipsage ronde étanches IP 55-5 de référence 920 00 est une boite de raccordements du câble pour les boutons de commandes.

IX. Prise de courant :

Nous avons choisi la prise de courant du *Marlin-Lunel Hypra, le Prisenter* IP 44 de 32A de référence 519 97 avec son boîtier de référence 519 95 selon Legrand. Cette prise présente un bouton de coupure pour le déclenchement à rupture brusque.

X. Autres accessoires :

Pour fixer les câbles, nous avons besoin des attaches et des chevilles si on utilise des colliers. Ces éléments dépendent du diamètre de câble à fixer.
Pour le câble 5G16 mm^2: on utilise un collier à embase, pour utilisation à intérieur, de référence 319 00 de couleur gris d'après Legrand.
Pour le câble 5G2,5 mm^2: on utilise une attache fixfor, de diamètre 12mm, de référence 315 30 d'après Legrand.
Pour le câble U 250 VGV 2*1,5mm^2: on utilise une attache *fixfor*, de diamètre 5mm, de référence 315 24 d'après Legrand.
On utilise les goulottes *Lina* 25 de référence 366 06 pour assurer la canalisation des conducteurs dans l'armoire et sont fixés à une traverse (rails) de profondeur 15mm par une matière de fixation appelée *Linafix isolants.*
Nous utilisons deux types de répartiteurs : un répartiteur de référence Legrand 374 49 d'intensité nominale 160/250A pour le disjoncteur principal et deux répartiteurs de référence Legrand 046 85 d'intensité nominale 80A pour les deux contacteurs.

Nous venons de faire l'étude de choix sur les équipements de l'installation, voici ci-dessous les listes des matériels à commander.

BON DE COMMANDE

Désignation	Référence	Nombre	Longueur
Armoire métallique monobloc	Legrand 356 46	1	
Interrupteur-sectionneur	Legrand 225 37	1	
Châssis (montants + traverses)	Legrand 361 62 + 367 88	2 + 6	
Disjoncteur	Legrand 081 76 Legrand 081 24 Legrand 018 79 Legrand 019 22 Legrand 018 95	1 2 12 2 2	
Répartiteurs tétrapolaires à vis et à bornes	Legrand 374 49 Legrand 046 85	1 2	
Contacteur	LC1 ou LP1-D80 catégorie AC-3	2	
Goulottes + accessoire de montage	Legrand 366 06 + Legrand 366 40	4 + 10	2m
Bouton de commande	Legrand 246 82 Legrand 246 72	7 2	
Elément de contacte	Legrand 247 51 Legrand 247 52 Legrand 247 72	2 7 1	
Collerette de finition	Legrand 248 00	9	
Prise de courant + Boîtier	Legrand 519 97 + Legrand 51995	12	
bornes à prise arrière	Legrand 329 04 Legrand 329 06	36 12	
Barrette de connexion	Legrand 342 11	10 paires	
Boites à boutons	Legrand 248 53 Legrand 248 59	1 7	
Boite plexo	Legrand 920 00	4	
Attache	Legrand 319 00 Legrand 315 30 Legrand 315 24	175 pièces 200 pièces 400 pièces	
Coffret de dérivation pour canalis	KNA-02CF5	12	
Fusible	gI 20A 10*38	36	
Cheville	Ø=10mm	200 pièces	
Câble	U 500 R12N 5G16mm^2 U 500 R2V 5G2,5mm^2 U 250 VGV 2*1,5mm^2		60m 60m 125m

Installation des Matériels

Durant l'installation, on est obligé de faire des modifications si possible sur les équipements. Le client nous a donné des équipements qu'il avait en disposition. Voici ci-dessous les matériels qu'il avait en disposition et qu'un autre technicien avait installé auparavant.

- Câbles : nous avons trouvé des câbles U 500 R12N 4*25mm^2 pour la salle technologie. Pour la section, nous n'avons pas de problème mais l'installation du canalis de la salle technologie n'a pas de terre parce que nous n'avons que 4 conducteurs et la salle a besoin du neutre.
- Le disjoncteur principal de l'atelier BTP se trouve dans l'atelier, alors nous avons utilisé l'armoire 2 portes de dimension 1600*1200*400.
- Interrupteur-sectionneur à coupure visible en charge *Vistop* 60A 750V références : 225 37. Le *vistop* se personnalise par une fenêtre transparente qui garantit la coupure visible en charge.
- Disjoncteur principal : références : 01672, In/Ith : 80 – 125A, pouvoir de coupure 20000A
- Disjoncteur dans l'armoire :
    - Tétrapolaires 380V Merlin gérin NC100H C63A, de pouvoir de coupure 10KA ;
    - Tétrapolaires 380V Legrand références 019 68, (32A)U, pouvoir de coupure 6000A
    - Uni + neutre 240V Legrand références 019 21, (16A)U, In=16A, type C, pouvoir de coupure 6000A.
    - Uni + neutre 230V Legrand références 019 22, (20A)U, In=20A, type C, pouvoir de coupure 6000A.
    - Unipolaire 230/400V Legrand références 019 00, (16A)U, In=1A, type C, pouvoir de coupure 6000A.
    - Uni + neutre 220V Merlin gérin U10A, pouvoir de coupure 3000A.
- Disjoncteur dans l'atelier EL :
    - Tétrapolaires 400V Legrand références 025 34, C32, In=32A, pouvoir de coupure 6000A, (disjoncteur différentiel monobloc type C)
    - Tétrapolaires 380V Legrand références 025 34, (32A)U, In=32A, pouvoir de coupure 6000A, (disjoncteur différentiel monobloc type C)
    - Tétrapolaires 380V Legrand références 031 74, 63A, In=63A, pouvoir de coupure 6000A
    - Tétrapolaires 380V Merlin gérin C32N, U-(10A) de pouvoir de coupure 6000A
    - Tétrapolaires 380V Merlin gérin C32N, U-(32A) de pouvoir de coupure 6000A
    - Tétrapolaires 400V Merlin gérin C60N C20, de pouvoir de coupure 6000A
- Disjoncteur dans la salle technologie :
    - Tétrapolaires 400V Legrand références 019 79, C10, In=10A, pouvoir de coupure 6000A,
    - Tétrapolaires 400V Legrand références 018 81, (20A)D, In=20A, pouvoir de coupure 6000A, type D
    - Tétrapolaires 400V Legrand références 018 80, D16, In=16A, pouvoir de coupure 6000A, type D
    - Tétrapolaires 400V Legrand références 018 79, D10, In=10A, pouvoir de coupure 6000A, type D
    - Tétrapolaires 400V Legrand références 019 80, C16, In=16A, pouvoir de coupure 6000A, type C

- Bouton de commande : Deux boutons à serrure noire livrés avec clé n° 455 à 2 positions fixes de référence 246 72. Chaque bouton est utilisé pour la mise sous tension de ces deux salles. Il commande le contacteur qui met sous tension le canalis et les prises monophasées. Cinq boutons d'arrêt d'urgence de référence 246 82 à poussoir « coup de poing », rouge, ø 40mm à verrouillage par clé n° 455. Nous avons monté ces boutons d'arrêt d'urgences en série avec le bouton à serrure noire : deux boutons d'arrêt d'urgences et un bouton à serrure noire pour la salle technologie, trois boutons d'arrêt d'urgences et un bouton à serrure noire pour l'atelier. Nous avons placé ces boutons comme cela :
  - dans l'atelier, un bouton de référence 246 72 et un bouton de référence 246 82 se trouve sur la porte de l'armoire près de la porte ; l'autre bouton de référence 246 82 dans la salle de professeur et un autre sur les stations. Nous avons monté ces boutons sur l'endroit bien visible.
  - dans la salle technologie, un bouton d'arrêt d'urgence de référence 246 82 est fixé près de la porte et deux boutons (de référence 246 72 et 246 82) sur les paillasses.

- Contacteurs : Nous avons utilisé des contacteurs de 18,5KW en 380V, de courant nominal In= 37A, de référence LC1-403 pour le canalis de la salle technologie et de contacteur de 132KW en 380V, de courant nominal In= 245A pour l'atelier EL.
- Voyant lumineux : Le type du corps complet pour voyant lumineux de la salle technologie est un voyant pour alimentation directe par 220V (Lampe BA9S≤2,6W. Et le corps complet pour voyant lumineux de l'atelier est un voyant avec transformateur incorporé de référence Legrand 247 83 (230V/6V – 50Hz).
- L'installation des boutons de commandes du contacteur et le voyant lumineux : Comme nous n'avons pas assez de câble, on est obligé de piquer le neutre de l'éclairage comme neutre du voyant lumineux de la salle technologie. Pour protéger le voyant (si un étranger a permuté la phase et le neutre de l'éclairage), nous avons mis la phase du bouton de commande du contacteur et la phase de l'éclairage sur une même phase

Ce tableau permet de faire le choix des appareils pour sectionner, commander et protéger le moteur et son circuit d'alimentation.

Service ininterrompu, temporaire ou intermittent jusqu'à 30 manœuvres/heure

Moteur (1) 220V kW	ch	In (A)	380V kW	ch	In (A)	Contacteur tripolaire (2) Calibre	Relais thermique tripolaire différentiel Référence	Zone de réglage A	3 fusibles classe aM Calibre A (3)	Taille	Sectionneur tripolaire porte-fusibles Référence
-	-	-	0,37	0,5	1,03	LC1-D093 • A65	LR1-D09306A65	1/1,6	2	10x38	LS1-D2531
0,37	0,5	1,8	0,55	0,75	1,6	LC1-D093 • A65	LR1-D09307A65	1,6/2,5	2 ou 4	10x38	LS1-D2531
-	-	-	0,75	1	2	LC1-D093 • A65	LR1-D09307A65	1,6/2,5	2 ou 4	10x38	LS1-D2531
0,55	0,75	2,75	1,1	1,5	2,6	LC1-D093 • A65	LR1-D09308A65	2,5/4	4 ou 6	10x38	LS1-D2531
0,75	1	3,5	1,5	2	3,5	LC1-D093 • A65	LR1-D09308A65	2,5/4	4 ou 6	10x38	LS1-D2531
1,1	1,5	4,4	2,2	3	5	LC1-D093 • A65	LR1-D09310A65	4/6	6 ou 8	10x38	LS1-D2531
1,5	2	6,1	3	4	6,6	LC1-D093 • A65	LR1-D09312A65	5,5/8	8 à 12	10x38	LS1-D2531
2,2	3	8,7	4	5,5	8,5	LC1-D093 • A65	LR1-D09314A65	7/10	10 ou 12	10x38	LS1-D2531
3	4	11,5	5,5	7,5	11,5	LC1-D123 • A65	LR1-D12316A65	10/13	12 ou 16	10x38	LS1-D2531
4	5,5	14,5	7,5	10	15,5	LC1-D173 • A65	LR1-D16321A65	13/18	20	10x38	LS1-D2531
5,5	7,5	20	10	13,5	20	LC1-D253 • A65	LR1-D25322A65	18/25	20 ou 25	10x38	LS1-D2531
-	-	-	11	15	22	LC1-D253 • A65	LR1-D25322A65	18/25	25	10x38	LS1-D2531
7,5	10	27	15	20	30	LC1-D323 • A65	LR1-D32353A65	23/32	32	14x51	GK1-EK
10	13,5	35	18,5	25	37	LC1-D403 •	LR1-D40355A65	30/40	40	14x51	GK1-EK
11	15	39	-	-	-	LC1-D403 •	LR1-D63357A65	38/50	50	14x51	GK1-EK
-	-	-	22	30	44	LC1-D503 •	LR1-D63357A65	38/50	50	14x51	GK1-EK
15	20	52	-	-	-	LC1-D503 •	LR1-D63359A65	48/57	63	22x58	DK1-FB23
18,5	25	64	30	40	60	LC1-D633 •	LR1-D63361A65	57/66	63	22x58	DK1-FB23
22	30	75	37	50	72	LC1-D803 •	LR1-D80363A65	66/80	80	22x58	DK1-FB23
25	35	85	51	70	98	LC1-FF43	LR1-F105	75/105	100	22x58	DK1-GB23
30	40	103	55	75	105	LC1-FF43	LR1-F125	95/125	125	22x58	DK1-GB23
-	-	-	59	80	112	LC1-FG43	LR1-F125	95/125	125	22x58	DK1-GB23
45	60	150	80	110	147	LC1-FG43	LR1-F160	100/160	160	0	DK1-HC23
55	75	182	90	125	170	LC1-FG43	LR1-F200	125/200	200	0	DK1-HC23
63	85	203	110	150	205	LC1-FH43	LR1-F250	160/250	250	1	DK1-JC23
75	100	240	132	180	245	LC1-FH43	LR1-F315	200/315	315	1	DK1-JC23
80	110	260	150	205	280	LC1-FJ43	LR1-F315	200/315	315	1	DK1-JC23
110	150	356	185	250	342	LC1-FJ43	LR1-F400	250/400	400	2	DK1-KC23
-	-	-	200	270	370	LC1-FJ43	LR1-F500	315/500	400	2	DK1-KC23
140	190	450	250	340	460	LC1-FK43	LR1-F500	315/500	500	2	DK1-KC23
147	200	472	-	-	-	LC1-FK43	LR1-F630	400/630	500	2	DK1-KC23
180	245	578	315	430	584	LC1-FL43	LR1-F630	400/630	630	3	(4) DK2-LC23
200	270	626	335	450	620	LC1-FL43	LR1-F800	500/800	800	3	(4) DK2-LC23
220	300	700	400	545	710	LC1-FX43	LR1-F800	500/800	800	3	(4) DK2-LC23

(1) Puissances normalisées et courants nominaux moyens. Le relais de protection sera réglé à I_n

(2) La référence est à compléter par la lettre tension pour les contacteurs LC1-D (*Fig. 38*)

(3) La coordination fusible discontacteur est du type «S» (§ 12.1.1)

(4) Fusibles montés sur supports séparés (§ 12.2.13)

Pour signaler une fusion ou faire ouvrir instantanément le contacteur même si le moteur n'est pas en danger, employer, d'après le tableau suivant des fusibles aM à percuteurs avec un sectionneur muni d'un dispositif de protection contre la marche en monophasé.

Calibre max. (A)	25	50	80	125	200	315	500
Fusibles aM à percuteur (taille)	14x51	14x51	22x58	22x58	0	1	2
Sectionneurs avec DPMM	GK1-EV	GK1-EV	DK1-FB	DK1-GB	DK1-HC	DK1-JC	DK1-KC

Pour toute valeur d'intensité inférieure à 25 A, utiliser l'appareillage de commande et protection (contacteur + relais) préconisé dans le tableau de choix et l'associer à un sectionneur GK1-EV équipé de fusibles à percuteurs 14 x 51 mais toujours du calibre approprié.

Tableau 13: Tableau permet de faire le choix des appareils

- Chevilles : Nous n'avons pas assez de cheville pour la fixation de câble, alors on est obligé de faire des chevilles à bois pour les compléter.
- Boites à boutons : Nous sommes obligés d'utiliser les boites de dérivation à la place des boites à bouton parce qu'il n'en a pas. Voici la référence de ces boite : boites rondes étanche IP55-5 de référence 920 00, de diamètre 60mm ; boites rectangles étanche IP55-5 de référence 922 52, de dimension165mm*100mm.

Voici comment j'ai placé ces disjoncteurs :

- Nous avons gardé l'interrupteur sectionneur à sa place, de même pour le disjoncteur principal muni d'un dispositif différentiel réglé à 1A.
- Nous savons que l'atelier EL a besoin plus de puissance que la salle technologie, nous avons mis le disjoncteur tétrapolaires 380V Merlin Gerin NC100H C63A, de pouvoir de coupure 10KA pour l'atelier EL et l'autre tétrapolaires 380V Legrand références 019 68, (32A)U, pouvoir de coupure 6000A pour la salle technologie.
- Le disjoncteur Uni + neutre 230V Legrand références 019 22, (20A)U, In=20A, type C, pouvoir de coupure 6000A pour les prises monophasées de l'atelier et le disjoncteur Uni + neutre 240V Legrand références 019 21, (16A)U, In=16A, type C, pouvoir de coupure 6000A pour l'éclairage de la salle technologie, l'autre disjoncteur de 20A de même référence que ce de l'atelier est utilisé pour les prises monophasées de la salle technologie.
- Le disjoncteur Uni + neutre 220V Merlin Gerin U10A, pouvoir de coupure 3000A pour les éclairages de l'atelier EL.
- Nous avons utilisé des fusibles aM 20A dans le coffret de dérivation du canalis de l'atelier et des barrettes de neutre pour le canalis de la salle technologie parce que dans la salle technologie, on trouve des disjoncteurs de 10A et 16A et le calibre des disjoncteurs de l'atelier est trop élevé : 32A
- Nous avons remarqué que quelques disjoncteurs par exemple : 32A ont des calibres très élevés par rapport au calibre du disjoncteur 10A qui va protéger le moteur de 4KW pour chaque station. Ces disjoncteurs n'assurent pas la protection des moteurs de 4KW. D'abord, il faut informer les enseignants, s'ils utilisent des stations protégées par des disjoncteurs de haut calibre, ils devront monter un sectionneur à porte fusible et un relais thermique pour assurer la protection du moteur 4KW qu'ils vont utiliser.
- Pour fixer les bornes à prise arrière (douilles bananes), nous avons utilisé des boites de dérivation rectangulaire de dimension 160mm*100mm. Une douille colorée en bleue est la prise du neutre et les trois rouges pour les phases. On a écarté un peu le neutre à ces phases.

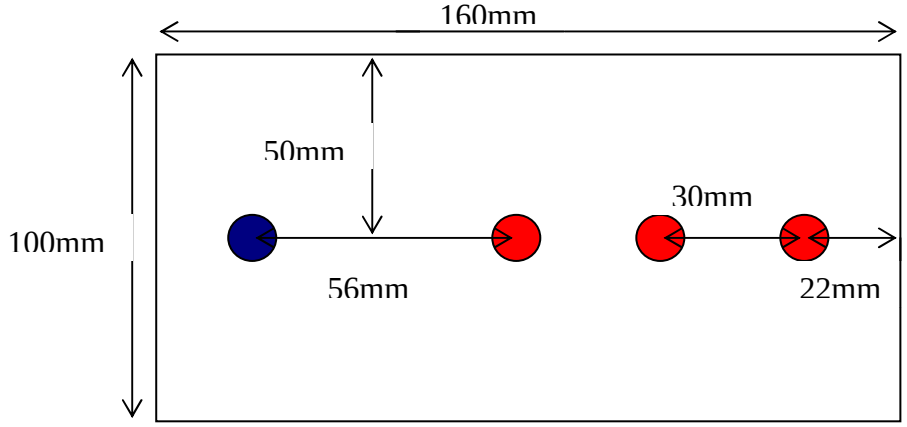


Fig 17 : Présentation des bornes sur la boite de dérivation

Implication Pédagogique

Introduction :

Dans ce dernier chapitre, j'ai exploité, durant l'élaboration de cette installation, quelques théories et exercices d'applications que nos lecteurs (techniciens et les amateurs de l'électricité) apprécient énormément. Ces cours sont diviser en 3 niveaux : les deux premières partie pour les débutants en électricité ou les élèves de la première année en électrotechnique, la dernière partie pour les techniciens de moyens niveaux qui ont un peu plus de niveau au niveau de la programmation.

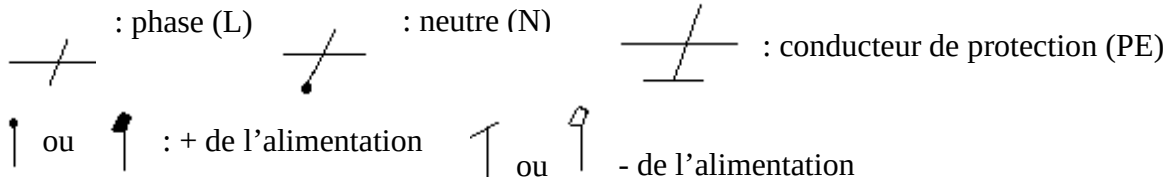
Première partie : TP sur l'installation des lampes d'éclairages

Niveau : 1ème Année
Durée :4heures
Objectif : A l'issue de ce cours, les élèves devront être capables de faire leur petit montage à la maison
Pré requis :
-piles
-conducteurs
Plans :
- Symboles des conducteurs d'alimentation et les appareils de coupures
- Fixation des appareils avec un petit montage
- Fonctionnement
- Utilisation
- Exercice

Outils pédagogiques : Voltmètre, Lampe, Interrupteur, Conducteur

Représentation des conducteurs d'alimentation :

- En courant alternatif monophasé ou en courant continu, les alimentations sont représentées par :
  - Deux lignes horizontales placées de part et d'autre du schéma,
  - Ou des symboles tels que :



  - Ou une combinaison des deux solutions précédentes.

Etat et position de tous les appareils de coupure :

Tous les appareils de coupure doivent avoir leur contact qui se déplace :

- soit de gauche vers la droite : Leur position de repos étant à gauche.

- soit du bas vers le haut : Leur position de repos étant en bas.

Fixation des appareils de coupures :

La borne fixe de tous les appareils de coupure est dirigée vers le potentiel le plus élevé (phase en alternatif, polarité positive en continu). C'est pourquoi, celle-ci est toujours placée à gauche ou en haut du symbole. Les appareils de coupure doivent interrompre le potentiel le plus élevé ; il faut donc relier le récepteur au potentielle moins élevé. Les schémas de montage à simple allumage ci-dessous représentent le bon montage.

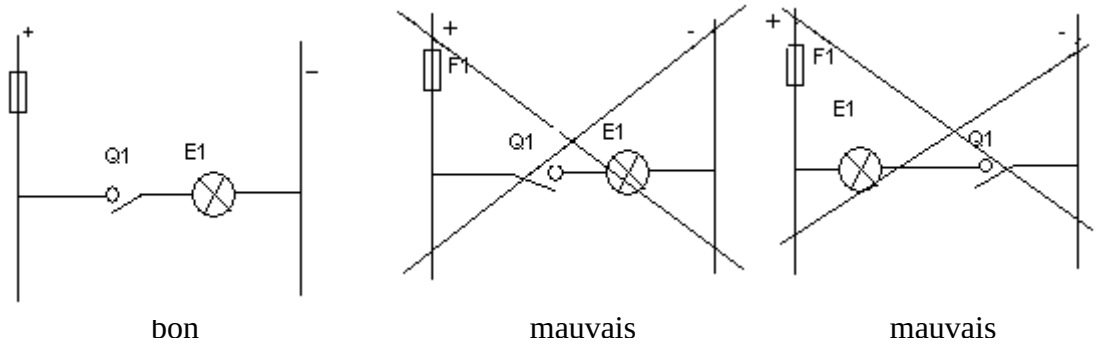


Fig 18 : Schéma de fixation des appareils de coupure

Q1 :Interrupteur unipolaire
F1 : Fusible
E1 :Lampe d'éclairage

Montage « va et vient » : Commande d'un circuit d'éclairage de deux endroits différents. On utilise parfois ce type de montage pour commander le circuit d'éclairage du couloir ou escalier.

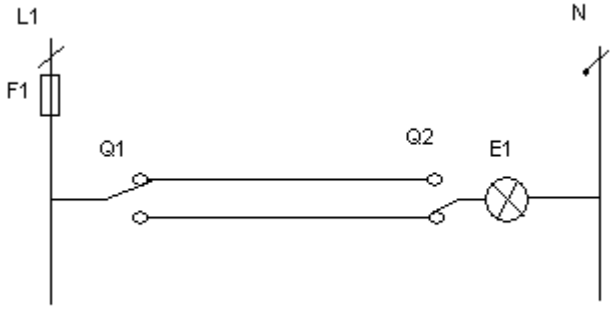


Fig 19 : Schéma de montage va et vient

Q1 :Commutateur va et vient
Q2 : Commutateur va et vient
F1 : Fusible
E1 :Lampe d'éclairage

Les deux conducteurs, reliant les commutateurs entre eux, s'appellent les navettes.

Exercice :

1) Réaliser un circuit de montage comprenant une lampe d'éclairage (E1) et une lampe veilleuse d'une chambre. Ces deux lampes ne peuvent pas être alimentées en même temps. Quels sont les matériels que vous deviez avoir ?
2) Quelle est la différence entre interrupteur et commutateur ?

Deuxième partie : Protection des personnes : justification des régimes de neutres

Niveau : 1ème Année
Durée :4heures
Objectif : A l'issue de ce cours, les élèves devront être capables de faire leur petit montage à la maison
Pré requis :

- Contacts directs
- Contacts indirects
- Relation entre la résistance du corps humain et la tension de contact
- Relation entre le temps de passage du courant de choc dans le corps humain et l'intensité de ce courant

Plans :

- Codification des régimes de neutres
- Régime TT
- Régime TN
- Régime IT

INTRODUCTION :

Toutes les installations électriques basse tension (< 1000v entre phases) sont régies par la norme NF-C-15100 . Elles concernent deux domaines : La protection des biens (matériels) et La protection des personnes.

RAPPELS :

Contacts directs : C'est le contact d'une personne avec les parties actives des matériels électriques.
Contacts indirects : C'est le contact d'une personne avec une masse mise accidentellement sous tension à la suite d'un défaut d'isolement.
Relation entre la résistance du corps humain et la tension de contact : Le corps humain se comporte comme une résistance et réagit suivant la loi d'ohm. Plus la peau est humide et plus la résistance est faible (de 300 à 5000 ohms).
Relation entre le temps de passage du courant de choc dans le corps humain et l'intensité de ce courant : Il existe 4 zones :
zone 1 : courant inférieur au seuil de tolérance Aucun risque
Zone 2 : habituellement aucun effet physiologique dangereux.
Zone 3 : Probabilité de contractions musculaires et de difficultés respiratoires.
Zone 4 : Les mêmes effets que la zone 3 avec en plus des risques de fibrillation ventriculaire et arrêt respiratoire

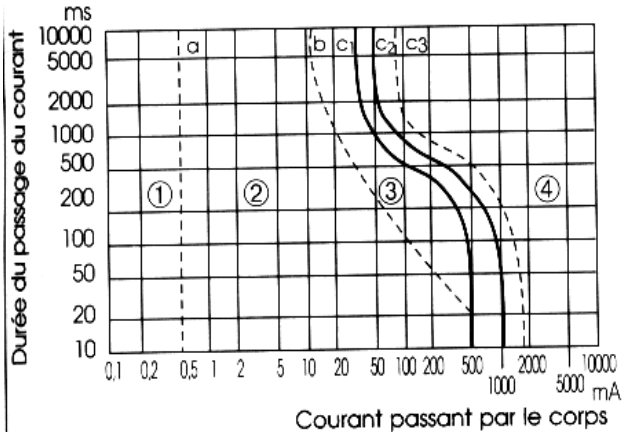


Fig 20

Tension de sécurité **:** Selon le type de local la norme NFC 15-100 précise, pour une alimentation en courant alternatif, deux valeurs de tension limite conventionnelle de sécurité U_L

CODIFICATION DES REGIMES DE NEUTRES :

La norme définit *trois régimes de neutres* qui sont caractérisé par *deux lettres***.**

1ère lettre : Elle représente la situation du neutre de l'alimentation par rapport à la terre.
-T : liaison du neutre avec la terre
-I : Isolation de toutes les parties actives par rapport à la terre (ou liaison à travers une impédance).
2ème lettre : Elle représente la situation des masses de l'installation par rapport à la terre.
-T : Masses reliées directement à la terre.
-N : Masses reliées au neutre de l'installation lui-même relie à la terre.

Les trois régimes sont le régime TT, régime TN (S ou C) et le régime IT.

REGIME TT :

Dans ce régime de neutre, le neutre de l'installation est mis à la terre, les masses sont reliées entre - elles et mises à la terre.

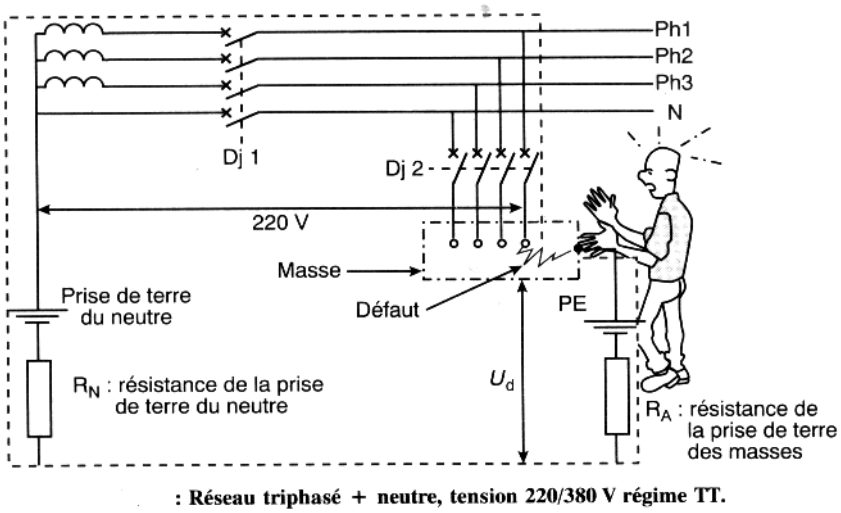


Fig 21: Schéma du régime TT

Lorsqu'une phase touche la masse (défaut franc ou Court-circuit), il y a élévation du potentiel de cette masse

Si Rd=0,1Ω
Rn = résistance de la prise de terre du neutre = 10Ω
et Ra = résistance de la prise de terre des masses = 20Ω.

Déterminer la valeur du courant de défaut et la valeur de la tension de contact Ud. Ce potentiel est-il dangereux ?
Déterminer le courant circulant dans le corps du personnage si celui-ci à une résistance interne de 2000Ω.
Conclusion

Règles de protection du régime TT :

Il faut respecter trois règles fondamentales :

1- Coupure automatique de l'alimentation en cas de défaut dans le temps prévu par les courbes de sécurité.
2- Toutes les masses de l'installation doivent être interconnectées avec le conducteur de protection électrique (Vert/Jaune) à une même prise de terre.
3- La condition suivante doit être satisfaite.
   $R_A I_A \leq U_L$ (Tension limite de sécurité).

Disjoncteur Différentiel Résiduel :

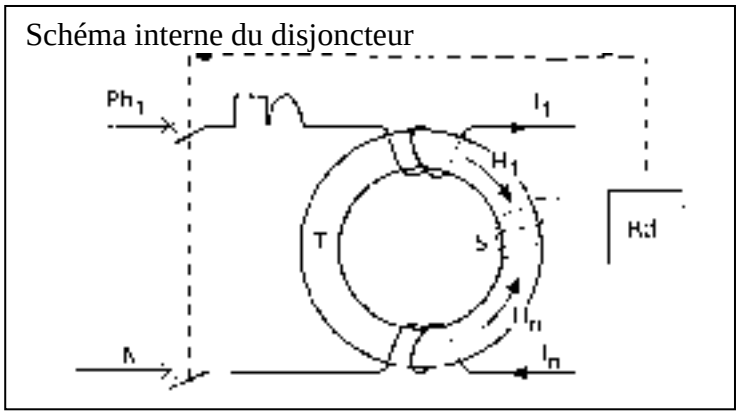


Fig 22

Principe de fonctionnement : En l'absence de defaut la somme vectorielle I1 et In est nulle, le champ magnétique résultant dans le tore est nul, le dispositif différentiel ne déclenche pas. Lorsque l'équilibre vectoriel des courants est rompu (*Différence entre I1 et In*) il se crée un flux dans le tore T, ce flux induit dans S crée un courant induit suffisant pour actionner le relais Rd et provoquer l'ouverture des contacts de puissance.

Le seuil de déclenchement du disjoncteur $I_{\Delta n}$ (30mA, 300mA 500mA…) permet le déclenchement du circuit à partir de $I_{\Delta n}$ / 2.

Remarque : Ce disjoncteur protège aussi contre les courts circuits et les surintensités.

REGIME TN :

On distingue deux représentations :

TN C le conducteur de protection et le neutre sont confondus en un seul conducteur PEN

TN S le conducteur neutre est séparé du conducteur de protection électrique PE.

Le choix du TN C ou du TN S se fait en fonction de la section des conducteurs.

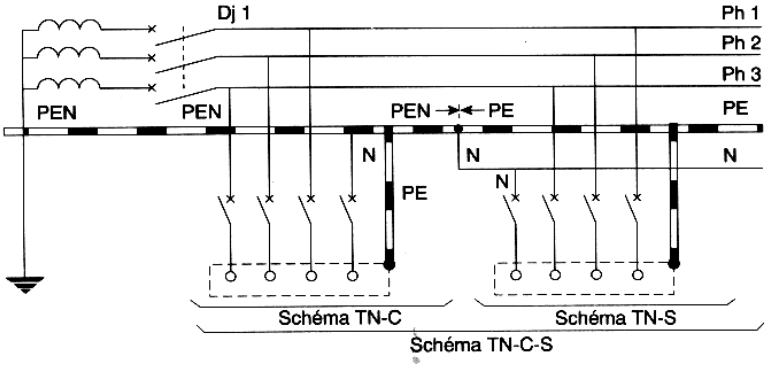


Fig 23: Schéma du régime TN

En cas de défaut la coupure doit se faire au premier défaut, en effet seul la résistance de la boucle limite le courant dans le circuit, cette résistance est en général très faible (c'est la résistance des conducteurs, quelques milliohms).

REGIME IT :

Le neutre est isolé de la terre ou relié par une impédance. Les masses sont reliées à une prise de terre.

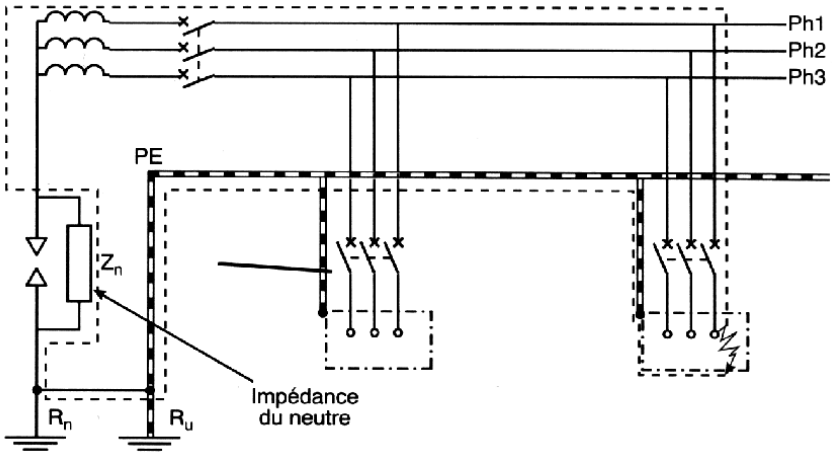


Fig 24: Schéma du régime IT

Principe de fonctionnement : Le premier défaut est sans danger la coupure du circuit n'est pas obligatoire. Cependant ce premier défaut doit être signalé afin de remettre l'installation en conformité.
Le principal intérêt de ce régime de neutre est d'assurer la continuité du service. Ce régime est obligatoire en service dans les hôpitaux, mais il exige un personnel de surveillance capable de réparer les défauts dès qu'ils apparaissent.

JUSTIFICATION D'UN REGIME DE NEUTRE :

Sur le plan de la protection des personnes, les trois régimes de neutres sont équivalents à condition de respecter les règles d'installation.

On en retiendra trois principales.

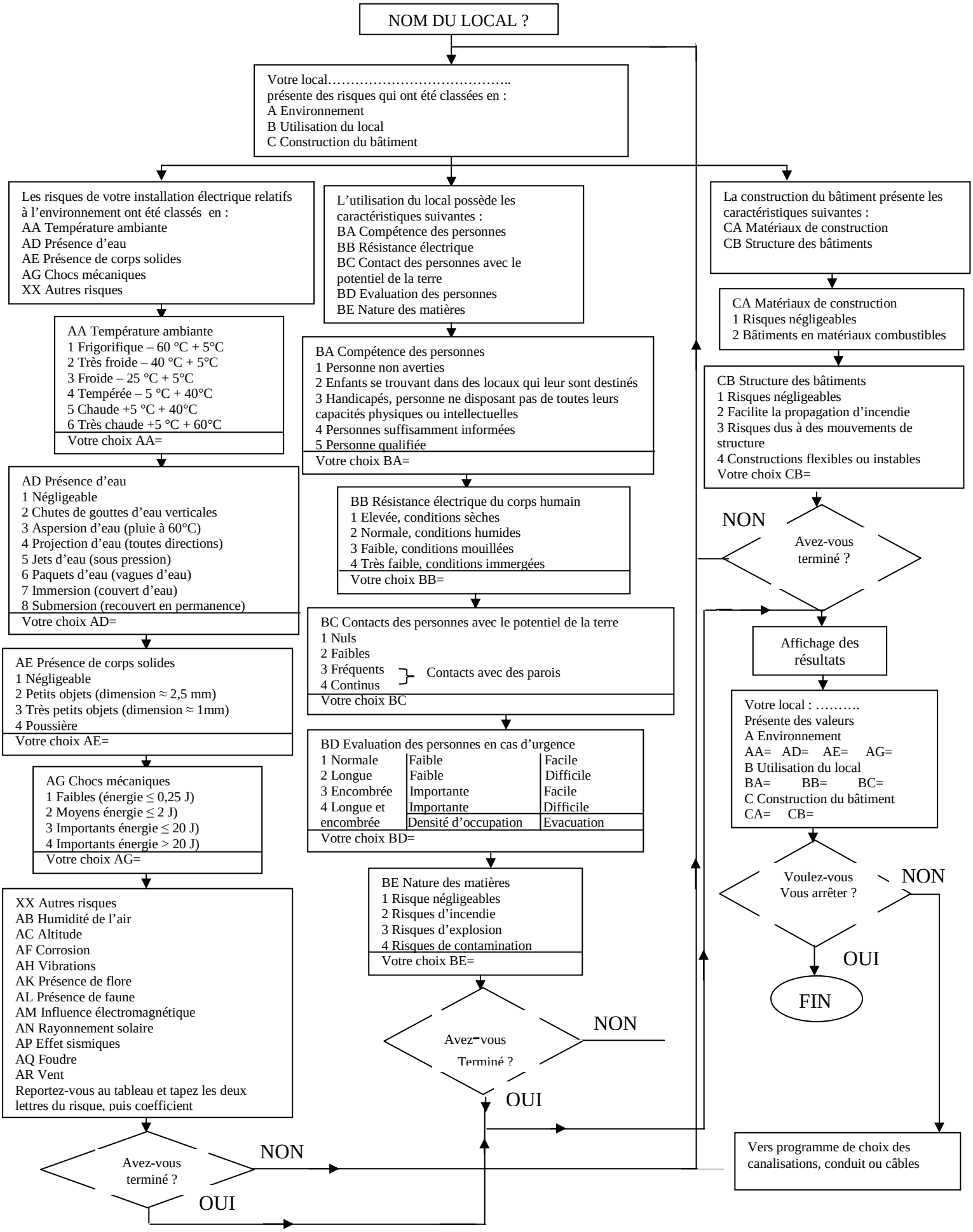
Cas où le régime de neutre est imposé : La législation suivant le type de locaux impose le choix du régime.
Cas où la continuité de service est primordiale : Dans ce cas c'est le régime IT le mieux adapté (pas de coupure au premier défaut)

Nature du réseau et des récepteurs : Les récepteurs ont un bon ou un mauvais isolement (fours, thermo-plongeurs..) s'ils sont fixes ou mobiles , s'ils sont sensibles aux courants de défauts . Le régime sera dons un TN pour l'industrie et un TT pour les habitations et les bureaux.

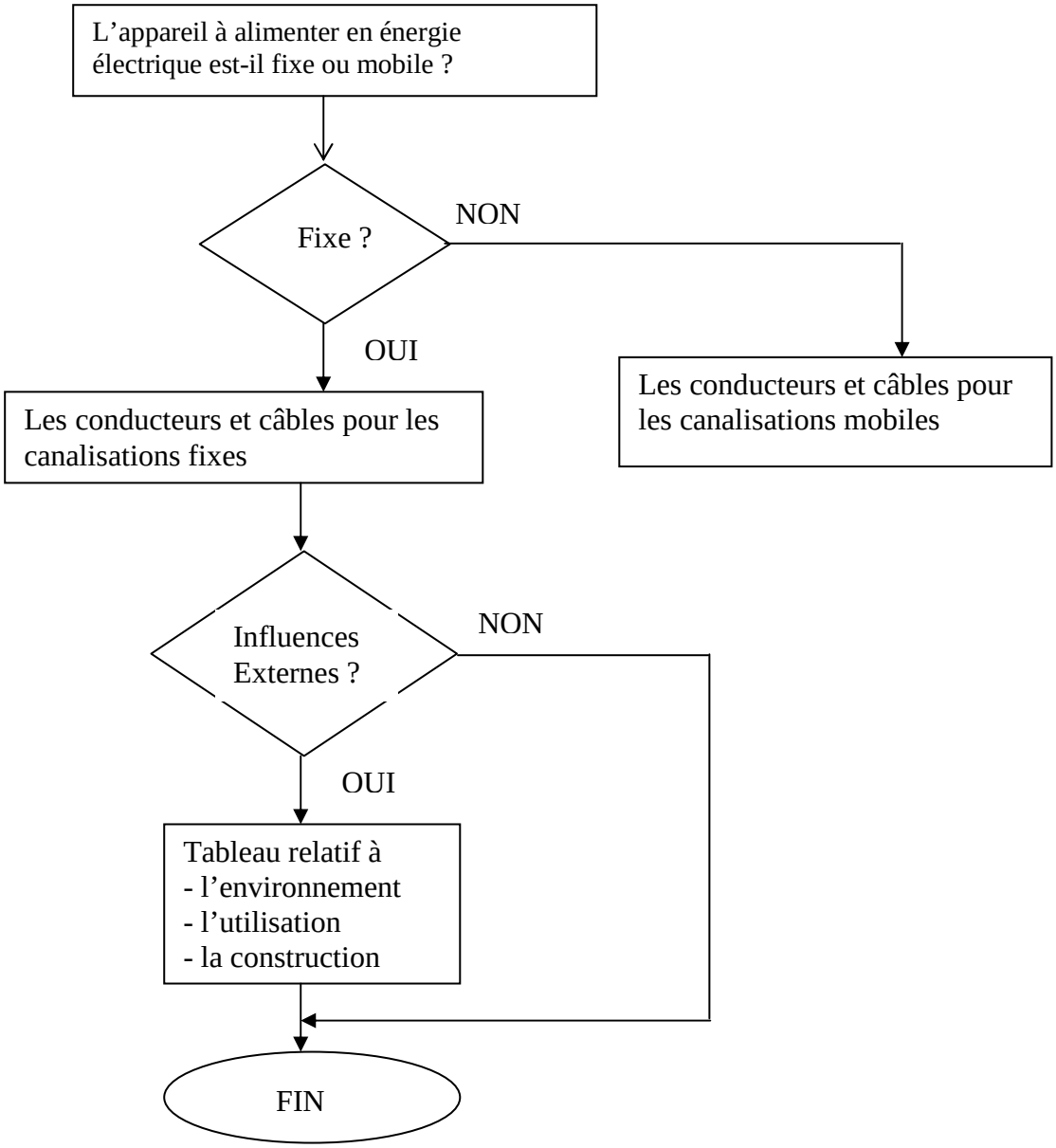
Troisième partie : Structure de programme permettant de déterminer la codification d'un local vers le choix de câble

Introduction :

Dans cette dernière partie, on vous donnera une structure de programme permettant de déterminer la codification des locaux vers un choix de câbles. Nous croyons que ce programme vous plaît énormément les techniciens, il pourra aussi vous rappeler un peu sur quelques parties dans l'installation électrique, de vous amuser sur un programme et vous aider dans des différents domaines d'installation électrique. Vous aussi, vous pourrez l'améliorer et le réaliser.


NOM DU LOCAL ?
Votre local……..
présente des risques qui ont été classées en :
A Environnement
B Utilisation du local
C Construction du bâtiment
Les risques de votre installation électrique relatifs à l'environnement ont été classés en :
AA Température ambiante
AD Présence d'eau
AE Présence de corps solides
AG Chocs mécaniques
XX Autres risques
L'utilisation du local possède les caractéristiques suivantes :
BA Compétence des personnes
BB Résistance électrique
BC Contact des personnes avec le potentiel de la terre
BD Evaluation des personnes
BE Nature des matières
La construction du bâtiment présente les caractéristiques suivantes :
CA Matériaux de construction
CB Structure des bâtiments
AA Température ambiante
1 Frigorifique – 60 °C + 5°C
2 Très froide – 40 °C + 5°C
3 Froide – 25 °C + 5°C
4 Tempérée – 5 °C + 40°C
5 Chaude +5 °C + 40°C
6 Très chaude +5 °C + 60°C
Votre choix AA=
AD Présence d'eau
1 Négligeable
2 Chutes de gouttes d'eau verticales
3 Aspersion d'eau (pluie à 60°C)
4 Projection d'eau (toutes directions)
5 Jets d'eau (sous pression)
6 Paquets d'eau (vagues d'eau)
7 Immersion (couvert d'eau)
8 Submersion (recouvert en permanence)
Votre choix AD=
AE Présence de corps solides
1 Négligeable
2 Petits objets (dimension ≈ 2,5 mm)
3 Très petits objets (dimension ≈ 1mm)
4 Poussière
Votre choix AE=
AG Chocs mécaniques
1 Faibles (énergie ≤ 0,25 J)
2 Moyens énergie ≤ 2 J)
3 Importants énergie ≤ 20 J)
4 Importants énergie > 20 J)
Votre choix AG=
XX Autres risques
AB Humidité de l'air
AC Altitude
AF Corrosion
AH Vibrations
AK Présence de flore
AL Présence de faune
AM Influence électromagnétique
AN Rayonnement solaire
AP Effet sismiques
AQ Foudre
AR Vent
Reportez-vous au tableau et tapez les deux lettres du risque, puis coefficient
Avez-vous terminé ?
NON
OUI
BA Compétence des personnes
1 Personne non averties
2 Enfants se trouvant dans des locaux qui leur sont destinés
3 Handicapés, personne ne disposant pas de toutes leurs capacités physiques ou intellectuelles
4 Personnes suffisamment informées
5 Personne qualifiée
Votre choix BA=
BB Résistance électrique du corps humain
1 Elevée, conditions sèches
2 Normale, conditions humides
3 Faible, conditions mouillées
4 Très faible, conditions immergées
Votre choix BB=
BC Contacts des personnes avec le potentiel de la terre
1 Nuls
2 Faibles
3 Fréquents
4 Continus
Contacts avec des parois
Votre choix BC
BD Evaluation des personnes en cas d'urgence
1 Normale | Faible | Facile
2 Longue | Faible | Difficile
3 Encombrée | Importante | Facile
4 Longue et encombrée | Importante | Difficile
Densité d'occupation | Evacuation
Votre choix BD=
BE Nature des matières
1 Risque négligeables
2 Risques d'incendie
3 Risques d'explosion
4 Risques de contamination
Votre choix BE=
Avez-vous Terminé ?
NON
OUI
CA Matériaux de construction
1 Risques négligeables
2 Bâtiments en matériaux combustibles
CB Structure des bâtiments
1 Risques négligeables
2 Facilite la propagation d'incendie
3 Risques dus à des mouvements de structure
4 Constructions flexibles ou instables
Votre choix CB=
Avez-vous terminé ?
NON
Affichage des résultats
Votre local : …….
Présente des valeurs
A Environnement
AA= AD= AE= AG=
B Utilisation du local
BA= BB= BC=
C Construction du bâtiment
CA= CB=
Voulez-vous Vous arrêter ?
NON
OUI
FIN
Vers programme de choix des canalisations, conduit ou câbles

Programme de choix de câble : Dans ce programme, nous avons résumé les conducteurs pour deux types de canalisation : fixe et mobile.



ANNEXES

Schéma d'emplacement des câbles et fusible sur le coffret de dérivation

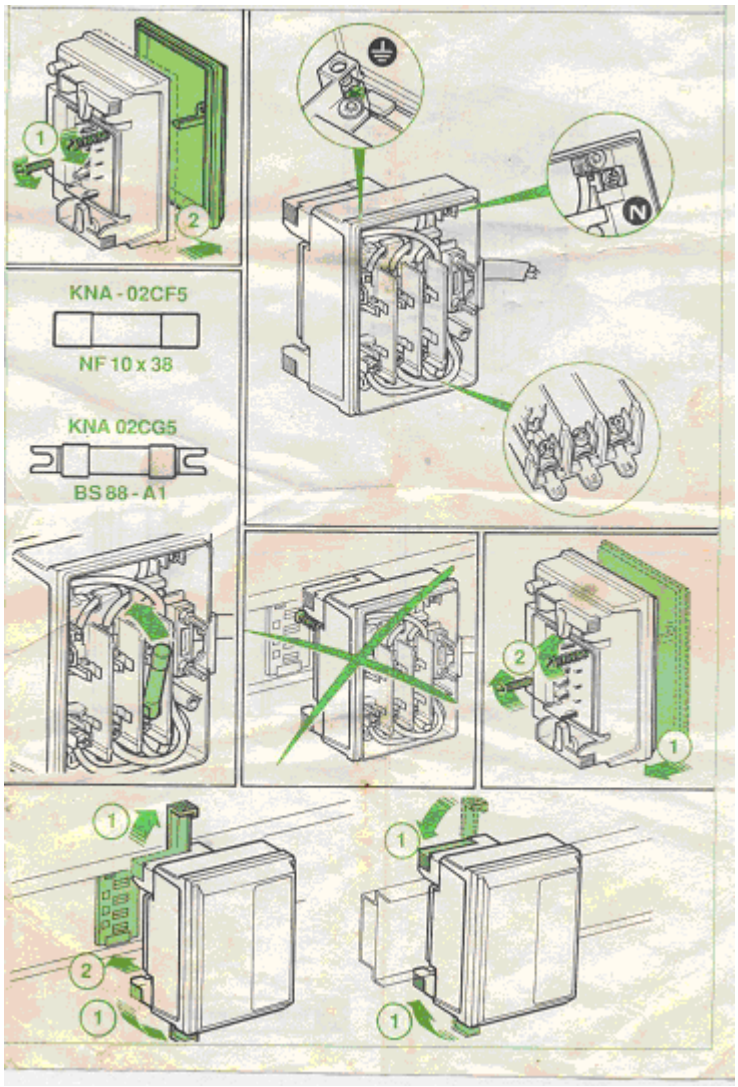
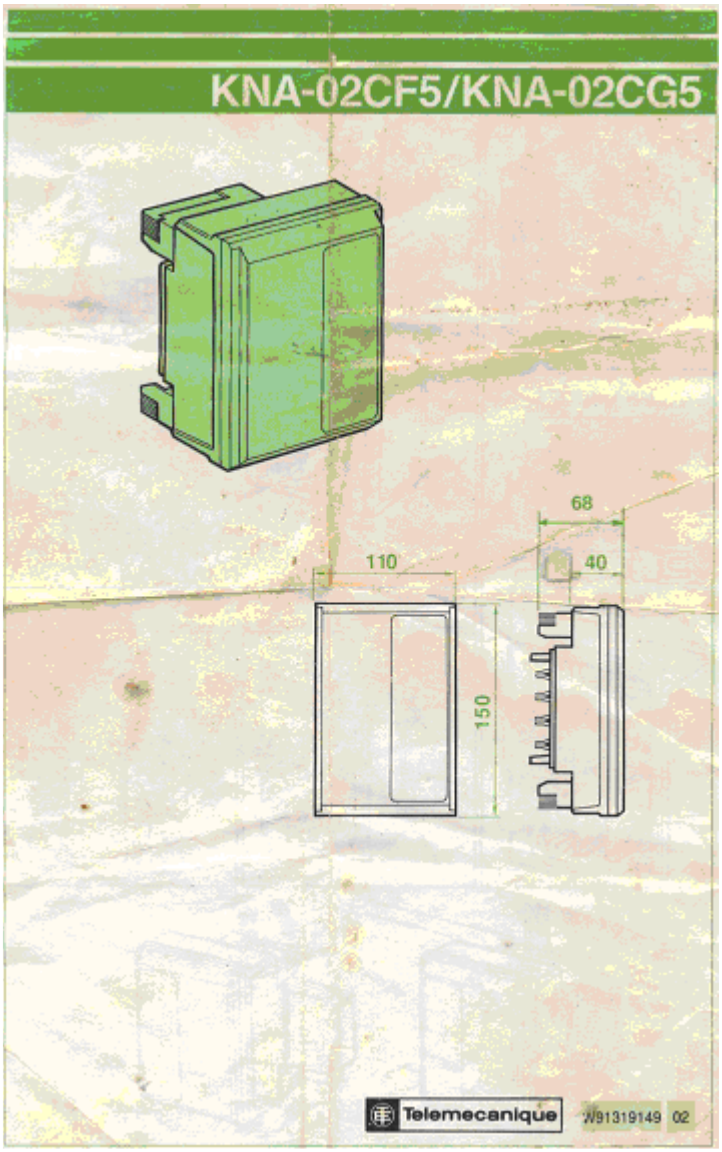


Schéma du coffret de dérivation du canalis



CONCLUSION

Le bon fonctionnement de l'atelier d'Electrotechnique et de la salle technologie du Lycée technique ne peut être réel sans courant alternatif (triphasé et monophasé) de la JIRAMA. Ces derniers ont été démolis, sa réhabilitation est l'objet fondamental du présent sujet de mémoire. Les opérations menées à ce sujet m'ont permis d'élargir énormément mes connaissances sur des divers domaines de l'électricité : méthode de dépannage, fonctionnement des appareils électriques et la normalisation sur l'installation.

A partir de ce moi de novembre 2005, les élèves du lycée technique d'Antsiranana en filière électrotechnique pourront faire leurs travaux pratiques aisément dans l'atelier et la salle technologique. En plus de tous cela, on a réservé à des élèves de la première année de mettre des attaches à quelques conducteurs comme sujet de travaux pratiques en respectant la distance de ces attaches.

BIBLIOGRAPHIE

1° MEMOTECH ELECTROTECHNIQUE 3e édition
René BOURGEOIS, Denis COGNIEL
2° INSTALLATION ELECTRIQUE Année 2003
HENRY Ney . NOËL Morel
3° APPAREILLAGE ELECTRIQUE D'INSTALLATIONS
CATALOGUE Legrand 1994
4° LE SCHEMA ELECTRIQUE Année 2003
HUBERT LARGEAUD