



**UNIVERSITE D'ANTANANARIVO
ECOLE SUPERIEURE POLYTECHNIQUE**



**MENTION : GENIE ELECTRIQUE
PARCOURS : MACHINES ELECTRIQUES**



Mémoire de fin d'étude en vue de l'obtention du diplôme
LICENCE EN GENIE ELECTRIQUE

**INSTALLATIONS ELECTRIQUES DANS UNE USINE DE
PRODUCTION INDUSTRIELLE DU YAOURT**

Présenté par :

Monsieur RAKOTOARISOA Rijatiana Ginnot

Encadré par :

Monsieur RALAHARIJAONA Zandrison Richard, Enseignant Chercheur à l'ESPA

Promotion 2016



UNIVERSITE D'ANTANANARIVO
ECOLE SUPERIEURE POLYTECHNIQUE



MENTION : GENIE ELECTRIQUE
PARCOURS : MACHINES ELECTRIQUES

Mémoire de fin d'étude en vue de l'obtention du diplôme de
LICENCE EN GENIE ELECTRIQUE



**INSTALLATIONS ELECTRIQUES DANS UNE USINE DE
PRODUCTION INDUSTRIELLE DU YAOURT**

Présenté par :

Monsieur RAKOTOARISOA Rijatiana Ginnot

Devant les membres du jury :

Président : Monsieur RAKOTONIANA Solofo Hery, Maître de conférences à l'ESPA

Examineur : Monsieur RANDRIANARIVAO Dannet, Maître de conférences à l'ESPA

Encadreur : Monsieur RALAHARIJAONA Zandrison Richard, Enseignant Chercheur à l'ESPA

Soutenu le 26 septembre 2017 à Ecole Supérieure Polytechnique de Vontovorona

Promotion 2016

TENY FISAORANA

Voalohany indrindra aloha dia misaotra an'Andriamanitra lehibe ny tenako nohon' ny fitsibinanany tamin'ny nanomezany hery sy tanjaka ary fasalamana nahavitako izao asa izao.

Tsy hay ihany koa ny tsy hisaotra ireo topon'Andraikitra rehetra ary ny Mpampianatra eto anivony Sekoly Ambony Politeknika Antananarivo nohon'ny fampandehanan-drahara sy ny fampianarana hoan'ny mpianatra. Hasongadina manokana amin'izany :

✓ Andriamatoa ANDRIANARISON Yvon, « *Professeur Titulaire* », tale eto anivon'ny Sekoly Ambony Politeknika Antananarivo nanome halalana hamelambelarana ny asa ;

✓ Andriamatoa RAMAROZATOVO Vonjy, « Maître de conférences », tompon'andraikitra voalohany amin'ny « Mention Génie Electrique » eto eto anivon'ny Sekoly Ambony Politeknika Antananarivo nandamina ny fotoana rehetra hafahana mamelabelatra ny asa ;

✓ Andriamatoa RAKOTONIAINA Solofo Hery, « Maître de conférences », tompon'andraikitra teo aloha tamin'ny « Mention Génie Electrique » eto anivon'ny Sekoly Ambony Politeknika Antananarivo nanaiky hitarika ny fitsarana ny asa ;

✓ Andriamatoa RALAHIARIJAONA Zandrison Richard, *Mapiantra mpikaroka* eto anivon'ny Sekoly Ambony Politeknika Antananarivo nanana fandavatena, nafoy fotoana, nanoro lalana ary nitarika ny asa na dia teo ary ny asany sy ny adidy aman'andraikitra hiantsorohany;

✓ Andriamatoa RANDRIANARIVAO Dannel, « Maître de conférences », eto anivon'ny Sekoly Ambony Politeknika Antananarivo nanaiky hitsara izao asa izao ;

Tsy adinoko ihany koa ny tsy hisaotra ireo ray amandreny nahitako masoandro, nanohana ara-pitaovana sy ara-bola nahafahako namita izao asa izao. Hisorako manokana ihany koa ireo namana rehetra nanampy tamin'ny fanantontosana ny asa.

REMERCIEMENT

Je tiens à remercier Dieu tout puissant en premier pour son amour et sa bonté, de m'avoir donné la force et la santé durant la réalisation de ce mémoire.

J'exprime également mes vifs sentiments pour remercier les corps professionnels et administratifs de l'Ecole Supérieure Polytechnique d'Antananarivo pour leurs directives et les informations qu'ils nous ont donnés, notamment à :

✓ *Monsieur ANDRIANAHARISON Yvon, Professeur Titulaire, Directeur de l'Ecole Supérieure Polytechnique d'Antananarivo qui m'autorise à soutenir ce mémoire ;*

✓ *Monsieur RAMAROZATOVO Vonjy, Maître de Conférences et Responsable de la Mention Génie Electrique à l'Ecole Supérieure Polytechnique d'Antananarivo ;*

✓ *Monsieur RAKOTONIAINA Solofo Hery, Maître de conférences et ancien Responsable de la Mention Génie Electrique à l'Ecole Supérieure Polytechnique d'Antananarivo ;*

✓ *Monsieur RALAHARIJAONA Zandrison Richard, Enseignant Chercheur à l'Ecole Supérieure Polytechnique d'Antananarivo qui a eu la volonté de diriger ce mémoire. Il m'a fait bénéficier de sa haute compétence, a toujours suivi avec intérêt mes travaux par de conseils précieux et a voulu consacrer beaucoup de temps pour m'encadrer et m'aider malgré ses fonctions.*

✓ *Monsieur RANDRIANARIVAO Dannel, Maître de conférences à l'Ecole Supérieure Polytechnique d'Antananarivo ;*

Je voudrais également remercier mes parents et tous les membres de ma famille pour leurs encouragements et financements tout au long de la réalisation de mes études, ainsi que mes collègues et mes amis pour leurs soutiens inconditionnels.

TABLE DE MATIERES

TENY FISAORANA	i
REMERCIEMENT	ii
TABLE DE MATIERES.....	iii
LISTE DES TABLEAUX.....	v
LISTE DES FIGURES	vi
LISTE DES ABREVIATIONS	vii
INTRODUCTION GENERALE.....	1
Chapitre I. MATERIELS ET METHODES	2
I.1. Matériels	2
I.1.1. Présentation de l'usine.....	2
I.1.2. Equipements intervenants dans la réalisation de l'installation	2
I.1.2.1. Armoire électrique	2
I.1.2.2. Jeu des barres	3
I.1.2.3. Disjoncteur	3
I.1.2.4. Conducteurs et câbles	4
I.1.2.5. Lampe	4
I.1.2.6. Interrupteur	4
I.1.2.7. Prise.....	5
I.1.2.8. Parafoudre	5
I.1.3. Outil de réalisation : My ecodial-L.....	5
I.2. Méthodes	6
I.2.1. Normes de l'installation.....	6
I.2.2. Etudes de l'éclairage.....	7
I.2.2.1. Normes de l'éclairage	7
I.2.2.2. Notions des bases sur l'éclairage intérieur	8
I.2.2.3. Principe de calcul d'éclairage	9
I.2.3. Etudes techniques de l'installation	10
I.2.3.1. Bilan de puissance.....	10
I.2.3.2. Choix de la puissance nominale du transformateur	12
I.2.3.3. Régime de neutre	12
I.2.3.4. Dimensionnement des jeux des barres BT	14
I.2.3.5. Section des câbles et estimation de courant de court-circuit	16
I.2.3.6. Choix de protection basse tension.....	20

Chapitre II.	RESULTATS.....	22
II.1.	Schémas électriques de l'installation.....	22
II.1.1.	Schéma unifilaire	22
II.1.2.	Schéma architectural.....	22
II.2.	Eclairages à l'intérieur de l'usine	24
II.3.	Installations techniques de l'usine	25
II.3.1.	Calcul de puissance	25
II.3.2.	Dimensionnement du jeu de barres	29
II.3.3.	Calcul manuel	30
II.3.3.1.	Section de câbles	30
II.3.3.2.	Courant de court-circuit	30
II.3.3.3.	Protection électrique BT	31
II.3.4.	Calcul avec le logiciel my ecodial. L	32
II.3.4.1.	Entre Transformateur et TGBT.....	32
II.3.4.2.	Entre TGBT et salle de production	33
II.3.4.3.	Entre TGBT et salle de refroidissement.....	35
Chapitre III.	CREATION D'INTERFACE GRAPHIQUE.....	37
III.1.	Organigramme	37
III.1.1.	Organigramme de la structure de l'installation	37
III.1.2.	Organigramme de la méthode dimensionnement de section de conducteur... 37	
III.2.	Grafcet.....	38
III.2.1.	Grafcet de chauffage et de refroidissement du lait	38
III.2.2.	Grafcet du remplissage d'yaourt en pot.....	39
III.2.3.	Grafcet de fermentation et de refroidissement du lait	40
III.3.	Interface graphique	41
III.3.1.	Eléments de base	41
III.3.2.	Principaux objets graphiques.....	42
III.3.3.	Principe de l'interaction avec la souris.....	43
III.4.	Présentation de l'interface graphique.....	44
III.4.1.	Structure de l'installation.....	44
III.4.2.	Dimensionnement de section de câble.....	44
III.4.3.	Processus de production d'yaourt.....	45
CONCLUSION GENERALE		47
BIBLIOGRAPHIQUE ET WEBIOGRAPHIE		48

ANNEXES	I
Annexe 1 : calcul de l'utilances	I
Annexe 2 : Facteur de dépréciation et rendement des luminaires	II
Annexe 3 : Régime de neutre	III
Annexe 4 : coefficient de correction des jeux de barres.....	IV
Annexe 5 : Dimensionnement des jeux de barres	V
Annexe 6 : Détermination de la lettre de sélection et les facteurs de correction K1, K2, K3..	VI
Annexe 7 : Intensités normalisées en A et détermination de la section minimale des conducteurs.....	VII
Annexe 8 : Calcul de courant de court-circuit selon la méthode des impédances	VIII

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1:Symboles de lampe.....	4
Tableau 2: Symbole d'interrupteur.....	4
Tableau 3: Symbole de prise de courant	5
Tableau 4: Eclairage moyen du plan de travail	7
Tableau 5 : Facteur d'utilisation par récepteur NFC 12193	11
Tableau 6 : Coefficient de simultanéité dans le cas général UTE C 15-105	11
Tableau 7 : Chute de tension admissible	17
Tableau 8 : Résultat du calcul manuel de nombre des lampes	25
Tableau 9 : Bilan de puissance	26
Tableau 10 : Section de conducteur entre transformateur et TGBT	33
Tableau 11 : Chute de tension entre transformateur et TGBT	33
Tableau 12 : Courant de court-circuit transformateur et TGBT.....	33
Tableau 13 : Section de conducteur entre TGBT et salle de production.....	34
Tableau 14 : Chute de tension entre TGBT et salle de production	34
Tableau 15 : Courant de court-circuit entre TGBT et salle de production.....	34
Tableau 16 : Section de conducteur entre TGBT et salle de refroidissement	35

Tableau 17 : Chute de tension entre TGBT et salle de refroidissement.....	35
Tableau 18 : Courant de court-circuit entre TGBT et salle de refroidissement	36

LISTE DES FIGURES

Figure 1 : Schéma isométrie de l'usine	2
Figure 2 : jeux de barres	3
Figure 3 : Symbole de disjoncteur magnétothermique.....	3
Figure 4 : Régime TT	13
Figure 5 : Régime IT	13
Figure 6 : Régime TN.....	14
Figure 7 : Court-circuit triphasé et biphasé	18
Figure 8 : Schéma unifilaire	22
Figure 9: Schéma architecturale	23
Figure 10 : Organigramme de la structure de l'installation	37
Figure 11 : Organigramme de méthode de dimensionnement de section de conducteur.....	38
Figure 12 : Grafcet de chauffage et de refroidissement du lait	39
Figure 13 : Grafcet du remplissage d'yaourt en pot.....	40
Figure 14 : Grafcet de fermentation et de refroidissement du lait.....	41
Figure 15: Structure de l'installation.....	44
Figure 16 : Calcul de dimensionnement de section de câble	45
Figure 17 : Processus de production d'yaourt.....	46

LISTE DES ABREVIATIONS

a :	Longueur de local
b :	Largeur de local
BT :	Basse tension
c :	Facteur de tension
$\cos\varphi$:	Facteur de puissance
E :	Eclairement
h :	Hauteur du local
HT :	Haute tension
I :	Intensité lumineuse
I _b :	Courant d'emploi
I _{cc} :	Intensité de courant de court-circuit
IT :	Isolé - terre
I _z :	Valeur normalisée du courant admissible
I _z ' :	Courant admissible
K :	Indice de local
K1, K2, K3 :	Facteur de correction
ku :	Facteur d'utilisation
ks :	Coefficient de simultanéité
m :	Facteur de charge à vide
MT :	Moyen tension
P :	Puissances actives
P _{cu} :	Pertes cuivre du transformateur
P _i :	Puissances installées
P _u :	Puissances utiles
P _r :	Puissance d'un récepteur
R :	Résistance du conducteur
R _a :	Résistance du réseau en amont
R _{tr} :	Résistance totale du transformateur
S :	Puissances apparentes

$s :$	Section du conducteur
$S_a :$	Puissance appelée
$S_{cc} :$	Puissances de court-circuit
$S_n :$	Puissance nominale
TGBT :	Tableau Générale Basse Tension
TT :	Terre - terre
TN :	Terre – neutre
$Q :$	Puissances réactives
$U :$	Tension
$U_{cc} :$	Tension de courant de court – circuit du transformateur
$X :$	Impédance du câble
$X_a :$	Impédance du réseau en amont
$X_{tr} :$	Impédance totale du transformateur
$Z_a :$	Impédance du réseau en amont
$Z_{tr} :$	Impédance totale du transformateur
ZT :	Impédance totale

INTRODUCTION GENERALE

Face aux grands nombres sans cesse de développement de l'industrie dans le monde, l'installation électrique a une part non négligeable et tient un rôle important pour la continuité de service et la stabilité de la production dans toutes les usines. En général, quelle que soit les appareils installés dans les industries, l'installation doit être conforme aux normes et règlements de sécurités internationales utilisées.

Actuellement à Madagascar, plusieurs usines transforment les matières premières en produit fini. Ils exigent des installations électriques bien sécurisés dans toutes les zones de leur production. Ce qui nous conduit à l'étude du présent mémoire intitulé : « INSTALLATIONS ELECTRIQUES DANS UNE USINE DE PRODUCTION INDUSTRIELLE DU YAOURT ».

Le but de ce sujet est de dimensionner la source de transformation et les appareils de protection à installer depuis le transformateur jusqu'aux divers récepteurs de l'usine.

Le travail est divisé en trois chapitres. Le premier parle des matériels utilisés dans l'installation et des méthodologies de la conception de l'installation électrique, suivie en deuxième chapitre des résultats de calculs intervenant dans la réalisation de l'installation. Le dernier chapitre concerne la création de l'interface graphique qui montre la structure de l'installation, le calcul de section de câble et le processus de production d'yaourt dans l'usine.

Chapitre I. MATERIELS ET METHODES

Ce chapitre se consacre tout d'abord à la présentation des matériels utilisés pour faire la réalisation d'une installation électrique dans une usine de production industrielle du yaourt puis aux méthodes de dimensionnement des matériels et de conception technique de l'installation.

I.1. Matériels

I.1.1. *Présentation de l'usine*

L'étude qu'on va effectuer consiste à faire une conception de l'installation électrique d'une usine de production industrielle du yaourt. L'usine considérée est une usine spécialisée dans la production et la commercialisation de produits yaourtières essentiellement en pot destinés aux divers clients de consommation.

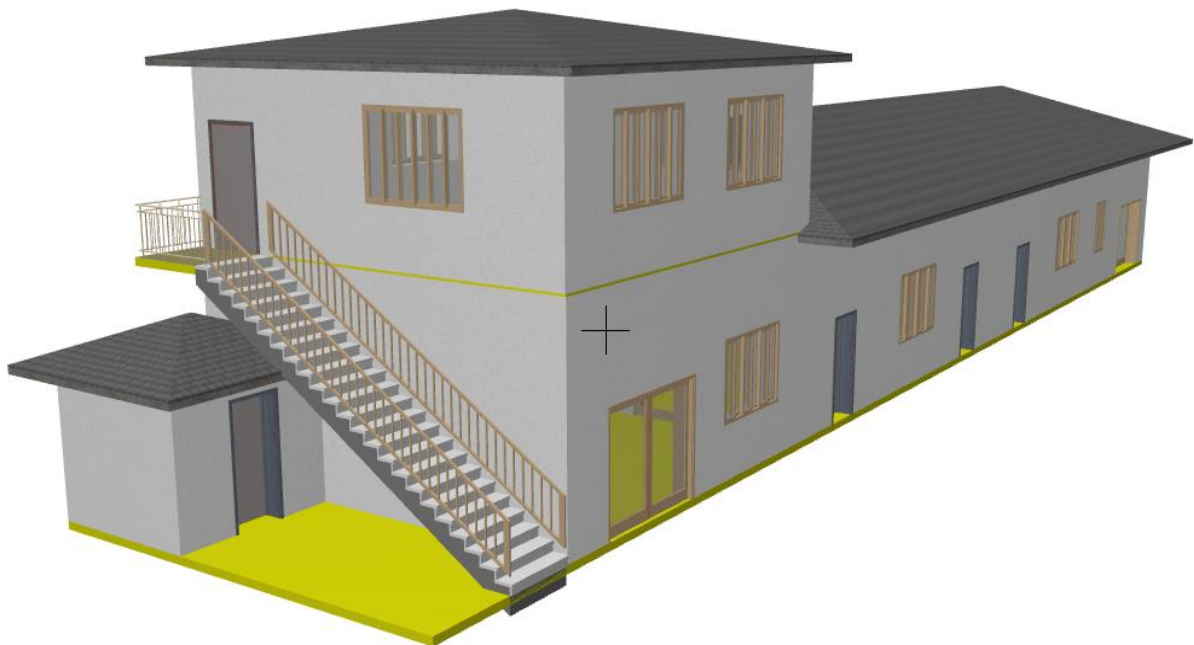


Figure 1 : Schéma isométrie de l'usine

I.1.2. *Equipements intervenants dans la réalisation de l'installation*

I.1.2.1. Armoire électrique

Il est appelé aussi tableau de répartition, tableau de distribution ou tableau électrique : c'est un coffret situé après le disjoncteur général, dans un endroit facilement accessible et regroupant les éléments suivants :

- des dispositifs de raccordements des conducteurs provenant du disjoncteur général ;
- des dispositifs de raccordements des conducteurs vers les différents circuits de l'installation ;
- des dispositifs de protection des circuits (disjoncteurs divisionnaires différentiels ou coupe-circuits à cartouches fusibles) ;
- un dispositif de raccordement du conducteur de protection à la terre.

1.1.2.2. Jeu des barres

Les JDB sont généralement utilisés dans les applications suivantes :

- Liaison entre les transformateurs et le TGBT ;
- Supports de répartition dans le TGBT ;
- Canalisations de distribution BT.

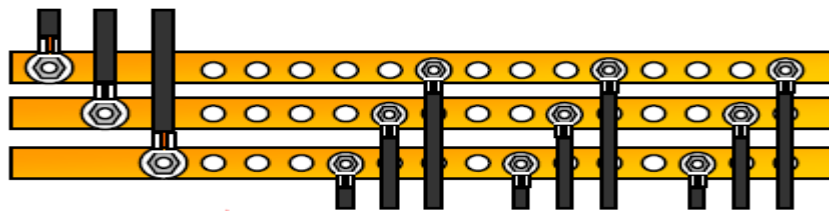


Figure 2 : jeux de barres

1.1.2.3. Disjoncteur

C'est un appareil de connexion électrique, établit, interrompt et supporte les courants [6] dans les conditions normales du circuit. Il peut aussi supporter, pendant une durée spécifiée, et interrompre des courants dans des conditions de surcharge ou de court-circuit. Il comporte deux relais : relais magnétique qui protège contre le court-circuit et un relais thermique qui protège contre les surcharges.

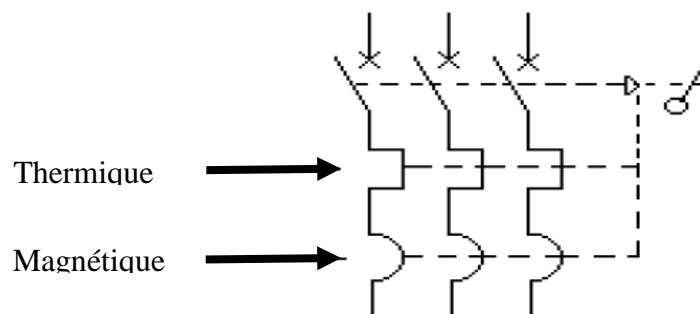


Figure 3 : Symbole de disjoncteur magnétothermique

1.1.2.4. Conducteurs et câbles

Les conducteurs sont formés par une âme conductrice entouré par une ou plusieurs gaines de protection de nature différent : PVC, feuillard d'acier.... Tandis que les câbles sont constitués d'un ensemble de conducteurs, séparés électriquement par une ou plusieurs gaines de protection commune.

Les conducteurs et les câbles sont des éléments plus utiles dans la liaison électrique d'une installation. Ils ont pour objectif important de conduire le courant électrique vers les récepteurs.


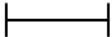
Couleur des conducteurs [2] :

- Le conducteur bleu clair est strictement utilisé pour raccorder le neutre.
- Le conducteur vert / jaune est réservé seulement au conducteur de protection PE.
- La phase peut être repérée par n'importe quelle couleur sauf le bleu clair et le vert /jaune.

1.1.2.5. Lampe

La lampe est le terme fréquemment utilisé pour désigner une source qui produit de la lumière (plus couramment appelée ampoule).





Tableau 1: Symboles de lampe

Désignations	Symboles
Point lumineux central	
Tube fluorescente	

1.1.2.6. Interrupteur

C'est un dispositif permettant d'ouvrir et de fermer un circuit électrique.

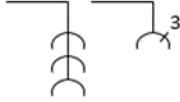
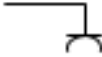

Tableau 2: Symbole d'interrupteur

Désignations	Symboles
Interrupteur simple allumage	
Interrupteur doubles allumage	
Interrupteur va et vient	
Interrupteur à témoin lumineux	

1.1.2.7. Prise

Elle est définie comme dispositif fixe de raccordement au secteur d'un appareil électrique mobile.

Tableau 3: Symbole de prise de courant

Désignations	Symboles
Socle pour plusieurs prises de courant (3 dans l'illustration)	
Prise de courant avec terre et protection	
Prise de courant pôles plus terre	

1.1.2.8. Parafoudre

Le parafoudre est un composant du système de protection employé dans l'installation électrique [11]. Il y a pour rôle de limiter les surintensités d'origine atmosphérique tel que la foudre et d'écouler les ondes de courant fort vers la terre, afin de limiter l'amplitude de cette surtension à une valeur faible et non dangereux pour les installations électriques et les appareillages électriques.

Ce dispositif est connecté en parallèle sur le circuit d'alimentation des récepteurs qu'il doit protéger. Il peut aussi être utilisé à tous les niveaux du réseau d'alimentation. C'est le type de protection contre les surtensions le plus utilisé et le plus positif.

1.1.3. Outil de réalisation : My ecodial-L

My Ecodial L est un logiciel d'aide à la conception de réseau de distribution basse tension incluant :

- Un éditeur de schéma utilisant des composants normalisés.
- Des fonctions de calcul conformes aux normes électrotechniques : NF-C 15 100 et UTE-C 15 500.

My ecodial L offre aussi plusieurs fonctions complémentaires comme :

- La gestion des projets, les résultats détaillés des calculs ;

- Recherche de produits dans la base de données ;
- Association de disjoncteurs en sélectivité ou en filiation ;
- Comparaison de courbe de déclenchement.

I.2. Méthodes

I.2.1. Normes de l'installation

La Norme NF C 15-100, intitulée « Installations électriques à basse tension », de l'Union Technique de l'Electricité (UTE), définit les règles à respecter pour garantir la sécurité des installations, la santé et la vie des personnes [4]. Cette norme, qui est mise en œuvre dans les installations à basse tension(<1200V), donne particulièrement accès sur les protections contre les contacts directes et indirectes, les brûlures, les incendies et les explosions.

Les principales normes de l'installations sont [4] :

- NF C 03-201 à 213 : Schéma électrique ;
- NF C 03-202 : Terre et équipotentialité ;
- NF C 03-203, NFC 03-204 : Nature du courant, conducteurs, dérivations, bornes, composants ;
- NF C 03-202, NFC 03-206 : Machines, convertisseurs, transformateurs, actionneurs
- NF C 03-202, NFC 03-208 : Appareils de mesure ;
- NF C 03-207 : Dispositifs de protection ;
- NF C 12-100 : Textes officiels relatifs à la protection des travailleurs dans les établissements mettant en œuvre des courants électriques ;
- NF C 13-200 : Postes de livraison ;
- NF C 15-100 : Installations électriques à basse tension ;
- UTE C 15-500 : Guide pour les "notes de calcul " ;
- NF C 18-510 : Recueil d'instructions générales de sécurité d'ordre électrique ;
- NF C 20-000 : Classification des conditions d'environnement ;
- NF C 20-010 : Classification des degrés de protection ;
- NF C 20-455 : Comportement au feu ;
- NF C 32-102.4 : Section des câbles ;
- NF EN 60309-1 et 60309-2 : Prises de courant ;
- UTE C 15443 (1995) : Protection contre la foudre ;

- NF C 68-102 : Goulottes de câblage ;
- NF EN 60439-1 : Normes tableaux BT. Elles garantissent le niveau minimum de sécurité des personnes et des biens.

I.2.2. Etudes de l'éclairage

L'étude de l'éclairage est une portion non négligeable de la réalisation de l'installation électrique d'un bâtiment ou d'une industrie quel que soit le type de secteur d'activité.

Il est donc important de porter attention aux technologies employées (types des lampes, câblages, ...) afin de trouver la meilleure adéquation entre l'usage et le coût global.

Ces particularités impactent les normes d'éclairement à appliquer, le choix du matériel et les solutions techniques et pratiques à mettre en place.

I.2.2.1. Normes de l'éclairage

Les règles de l'éclairage sont définies dans les recommandations ou guides s'appuyant sur les normes européennes ou de l'association française de l'éclairage [13].

NF C 15-100 : « Installations électriques à basse tension ».

- Relatives aux luminaires

Les luminaires doivent répondre aux normes européennes harmonisées de la série NF EN 60-598. Ces normes visent essentiellement la sécurité des luminaires.

- Relatives à l'éclairagisme

NF EN 12464-1 : Éclairage des lieux de travail intérieurs

Tableau 4: Eclairement moyen du plan de travail [7]

Secteur	Eclairement moyen [lx]
Bureaux	
- bureau classique	500
- informatique	750
Industries alimentaires	
- confiserie : préparation	150
- brassage, laiterie	300
- confiserie : conditionnement	500
- conserverie	20-500

NF C 71-121 : Méthode simplifiée de prédétermination des éclairagements dans les espaces clos et classification correspondantes.

NF C 35-103 : Principes d'ergonomie visuelle applicables à l'éclairage des lieux de travail.

NF EN 13032-1 : Lumière et éclairage - Mesure et présentation des données photométriques des lampes et des luminaires.

1.2.2.2. Notions des bases sur l'éclairage intérieur [3] [15]

Eclairement décrit la quantité de lumière reçue par une unité de surface.

$$E = \frac{\Phi}{S} \quad [1-1]$$

E [lx] : Eclairement

Φ [lm] : Flux lumineux

S [m²] : Surface sur laquelle le flux lumineux tombe

Flux lumineux est la quantité de lumière émise en une seconde par une source lumineuse.

Intensité lumineuse : grandeur caractérisant l'importance de flux lumineux dans une direction donnée.

$$I = \frac{\Phi}{\Omega} \quad [1-2]$$

I [cd] : Intensité lumineuse

Ω : angle solide, dans lequel le flux lumineux est émis

La Luminance est la seule grandeur photométrique perçue par l'œil humain. Elle détermine la sensation de luminosité d'une surface et dépend fortement de l'indice de réflexion (couleur et surface).

$$L = \frac{E \cdot \rho}{\pi} \quad [1-3]$$

L [cd/m²] : Luminance

ρ : facteur de réflexion de la surface

$\pi = 3.14$

Efficacité lumineuse : c'est le rapport de flux émis par un luminaire sur le flux émis par la lampe.

$$\eta = \frac{\Phi}{P} \quad [1-4]$$

η [lm/W] : Rendement lumineux

P [W] : Puissance unitaire.

Le luminaire est un appareil servant à repartir, filtrer ou transformer la lumière des lampes. Il comprend toutes les pièces nécessaires pour les fixer, les protéger et les relier au circuit d'alimentation.

Il a pour rôles de :

- Distribuer le flux lumineux de la lampe de façon à obtenir la répartition désirée, contrôler le flux lumineux pour éviter toute gêne visuelle des divers observateurs potentiels ;
- Protéger la lampe et son appareillage ;
- Maximiser les performances photométriques.

1.2.2.3. Principe de calcul d'éclairage

En tenant compte des normes suivantes [7] :

→ La **norme NF S 40-001** peut être considérée comme la référence servant essentiellement aux fabricants et distributeurs de luminaires pour établir les tables de calcul de leurs appareils.

→ La **norme NF C 71-121** simplifie un peu l'application de la norme précédente, mais reste utilisée dans les mêmes conditions.

Alors on suit les étapes suivantes :

- Dimensionnement du local :

$$S = a * b$$

S [m²] : surface de local

a [m] : longueur

b [m] : largeur

- Activités dans le local ;
- Couleurs plafonds / murs ;
- Choix luminaires ;
- Choix de lampes et flux lumineux de la lampe ;
- Choix de l'éclairement ;
- Calcul de l'indice de local K ;

$$K = \frac{a*b}{h(a+b)} \quad [1.5]$$

h : hauteur du local

- Calcul de flux total ;

$$\Phi_{\text{total}} = \frac{E \cdot S}{U} * \frac{\delta}{\eta} \quad [1.6]$$

Avec :

Φ_{total} [lm] : flux total ;

E [lx] : éclairage prévu pour le local ;

S [m²] : Surface du local ;

U : utilance [**Annexe 1**], caractéristique du local et du système d'éclairage ;

δ : Facteur de dépréciation [**Annexe2**]

η : rendement des luminaires [**Annexe2**]

➤ Nombres des lampes

$$N = \frac{\Phi_{\text{total}}}{\Phi} \quad [1.7]$$

En résumé, on cherche d'abord le flux lumineux totaux puis on fait un choix de lampe et en fin on cherche les nombres de lampes utilisés.

1.2.3. Etudes techniques de l'installation

La conception d'une installation électrique est basée sur la connaissance des puissances installées et puissances utilisées dans l'industrie pour faire le dimensionnement de la puissance des sources nécessaires et pour calculer le courant circulant dans les circuits de distribution [11]. Après ça, on étudie les dimensionnements de protections des appareils installés depuis la source jusqu'aux divers récepteurs.

1.2.3.1. Bilan de puissance

C'est un bilan de courant car c'est la somme algébrique des courants et des puissances apparentes (S) qui est réalisée au niveau de chaque équipement jusqu'à la source. Cette méthode est approximative par rapport à un bilan des puissances actives (P) et réactives (Q) mais offre l'avantage de dimensionner l'installation par excès.

Le calcul de puissance se fait par les formules suivantes [11] :

- En réseau triphasé

$$P = \sqrt{3} UI \cos(\varphi) \quad [1.8]$$

$$Q = \sqrt{3} UI \sin(\varphi) \quad [1.9]$$

$$S = \sqrt{P^2 + Q^2} \quad [1.10]$$

- En réseau monophasé, le terme $\sqrt{3}$ disparaît.

Dans ce type de calcul, la précision n'est pas recherchée puisqu'on ajoute des facteurs de correction (K_s et K_u) très approximatifs.

Le facteur d'utilisation (K_u) caractérise le taux d'utilisation de la charge en fonction du temps. Il est utilisé pour déterminer le courant circulant dans les circuits amont et dimensionner la source.

Tableau 5 : Facteur d'utilisation par récepteur NFC 12193 [4]

Types du récepteur	K_u
Eclairage ou chauffage	1
Prises de courant (hors indication particulière)	1
Moteurs électriques	0.75

Le facteur de simultanéité (K_s) quant à lui, caractérise les conditions d'exploitation de l'installation notamment pour les moteurs et les prises de courant. Il nécessite donc une connaissance détaillée de l'installation. Il est utilisé pour le choix du jeu de barres pour déterminer le courant circulant dans les circuits amont, et pour dimensionner la source.

Tableau 6 : Coefficient de simultanéité dans le cas général UTE C 15-105 [4]

Utilisation		K_s
Eclairage ou chauffage		1
Prise de courant (n : nombre de prise)		$0.1+(0.9/n)$
Moteurs	Moteur le plus puissant	1
	Moteur suivant	0.75
	Autres moteurs	0.60

1.2.3.2. Choix de la puissance nominale du transformateur

Après les résultats de valeurs de puissance nominale de chaque différente localisation des récepteurs, on pourra déterminer la puissance nominale du transformateur en calculant successivement les valeurs de [10] :

- Puissance installée

$$P_i = \sum \text{Puissance des récepteurs} \quad [1.11]$$

P_i [kW] : Puissance installée ;

- Puissance utilisée

$$P_u = \sum K_s. K_u. P_r \quad [1.12]$$

P_r [kW] : puissance d'un récepteur

P_u [kW] : puissance utilisée

- Puissance appelée

$$S_a = \frac{P_u}{\cos\varphi} \quad [1.13]$$

S_a [kVA] : puissance appelée ;

$\cos\varphi$: facteur de puissance global.

Le choix final de la puissance apparente S [kVA] du transformateur normalisé immédiatement est juste supérieure à S_a déterminé.

1.2.3.3. Régime de neutre [8]

❖ Les différents régimes de neutre

Le régime de neutre ou schéma de liaison à la terre d'une installation basse tension est caractérisé par "la position" du point neutre du secondaire du transformateur moyen tension à la basse tension par rapport à la terre. La sécurité des personnes et du matériel est assurée différemment en fonction du régime de neutre choisi dans une installation électrique.

Aujourd'hui, la norme NF C 15.100 définit trois régimes de neutre (TT, TN, IT) qui sont employés mondialement lors d'une installation électrique en BT.

Régime TT

- Le neutre du transformateur est mis à la terre ;
- Les masses des récepteurs électriques sont aussi reliées à une prise de terre.

Le courant de défaut d'isolement est limité par l'impédance des prises de terre et la partie en défaut déconnectée par un Dispositif Différentiel Résiduel – DDR.

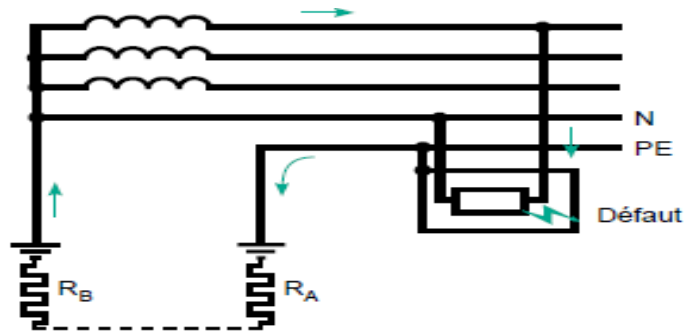


Figure 4 : Régime TT

Régime IT

- Le neutre du transformateur est isolé de la terre (neutre isolé) ou dans certains cas reliés à elle par l'intermédiaire d'une impédance de forte valeur Z (neutre impédant).
- La masse métallique de l'utilisation est reliée à la terre par l'intermédiaire du PE.

Si un défaut d'isolement se produit, un faible courant se développe du fait des capacités parasites du réseau. La tension développée dans la prise de terre des masses ne présente pas de danger.

Si un deuxième défaut survient, alors que le premier n'est pas éliminé, il y a court-circuit et ce sont les DPCC qui assurent la protection nécessaire.

Les masses des récepteurs concernés sont portées au potentiel développé par le courant de défaut dans leur conducteur de protection (PE).

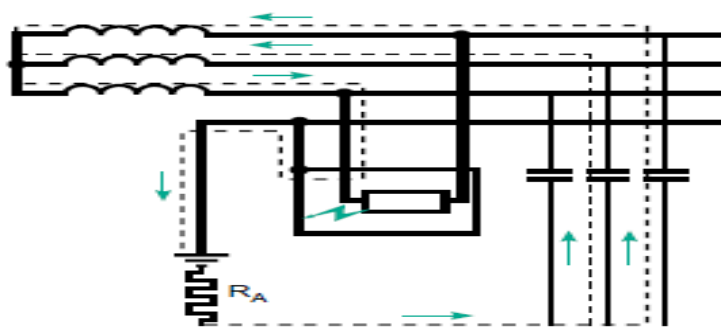


Figure 5 : Régime IT

Régime TN

- Le neutre du transformateur est mis à la terre ;

- Les masses des récepteurs électriques sont reliées au neutre.

Le défaut d'isolement se transforme en court-circuit et la partie en défaut est déconnectée par la protection contre les court-circuit.

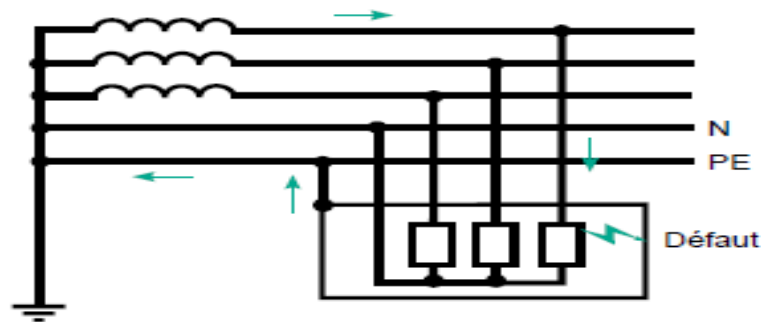


Figure 6 : Régime TN

❖ Critère de choix de SLT [Annexe 3]

Les trois SLT mondialement utilisés et normalisés par la CEI 60364 ont pour objectif commun la recherche de la meilleure sûreté de sécurité de l'installation. Sur le plan de la protection des personnes, les 3 régimes sont équivalents si l'on respecte toutes les règles d'installation et d'exploitation. Étant donné les caractéristiques spécifiques à chaque régime, il ne peut donc être question de faire un choix à priori. Ce choix doit résulter d'une concertation entre l'utilisateur et le concepteur de réseau sur les caractéristiques de l'installation, les conditions et impératifs d'exploitation.

1.2.3.4. Dimensionnement des jeux des barres BT

Le dimensionnement des jeux de barres est basé sur les études menées par MM. MELSON et BOOTH [12].

L'équation d'origine de MELSON et BOOTH est :

$$I = 24,9 S^{0,5} p^{0,39} \frac{\theta^{0,61}}{\sqrt{[1 + \alpha(\theta + 25)\rho]}} \frac{1}{\sqrt{\frac{R_a}{R_c}}} \frac{1}{\sqrt{1 - \frac{0,015(\theta + 25)}{10}}}$$

Avec :

S : section (cm²),

p : périmètre (cm),

θ : échauffement ($^{\circ}\text{C}$) au-dessus de la température ambiante de 45°C (température du métal 75°C),

ρ : résistivité du métal à 20°C ($\mu\Omega.\text{cm}$), soit :

– 1,75 pour le cuivre

– 2,80 pour l'aluminium

α : coefficient de température ($^{\circ}\text{C}^{-1}$), soit :

– 0,00393 pour le cuivre

– 0,0036 pour l'aluminium

Le rapport R_a/R_c étant donné par l'abaque et

$$\frac{1}{\sqrt{\frac{R_a}{R_c}}} \frac{1}{\sqrt{1 - \frac{0,015(\theta + 25)}{10}}} \leq 1$$

Par simplification de cette équation, l'expression de I_z (qu'on va utiliser par la suite) devient :

$$I = 24,9 S^{0,5} \rho^{0,39} \frac{\theta^{0,61}}{\sqrt{[1 + \alpha(\theta + 25)\rho]}}$$

Dans notre étude, on opte pour les choix suivants :

- Type du matériau : Cuivre
- Échauffement admissible ($\theta - \theta_n$) = 30°C
- Résistivité à 20°C : calcul (usuel) : $1,75\mu\Omega.\text{cm}$

Dans ces conditions l'équation devient :

$$I_z = Cte(\theta) S^{0,5} \rho^{0,39}$$

Avec

$$Cte(\theta) = \frac{24,9 * (30)^{0,61}}{\sqrt{[1 + 0,00393 * (30 + 25) * 1,75]}} = 168,88$$

La correction du courant admissible est $I'_z = I_z * K$

Avec K : Coefficient de condition (produit de 8 coefficients $k_1, k_2, k_3, k_4, k_5, k_6, k_7, k_8$)

[Annexe4].

1.2.3.5. Section des câbles et estimation de courant de court-circuit

❖ Détermination de la section du câble [2]

L'étude consiste à déterminer les sections des câbles de distribution de courant bien adéquates depuis le transformateur jusqu'aux différents récepteurs de l'usine. En conformité avec les recommandations de la norme NF C 15-100[4], le choix de la section des câbles doit satisfaire plusieurs conditions nécessaires à la sécurité de l'installation, à savoir :

- Véhiculer le courant maximal d'emploi
- Ne pas générer des chutes de tension supérieures aux valeurs admissibles (exigées par la norme).
- Supporter les contraintes thermiques en cas de défaut (court-circuit)

Les étapes à suivre pour le calcul de la section de conducteur :

- Lettre de sélection [**Annexe 6**]

Elle est choisie en fonction du type de câble et du mode de pose, à l'aide du tableau lettre de sélection

✚ Facteur de correction K1 : Il est déterminé en fonction du mode de pose et de la lettre de sélection, à l'aide du tableau facteur de correction K1

✚ Facteur de correction K2 : Il est choisi en fonction de la lettre de sélection et du type de pose jointif ou non, à l'aide du tableau facteur de correction K2

✚ Facteur de correction K3 : Il est déterminé en fonction du type de l'isolant et de la température ambiante, à l'aide du tableau facteur de correction K3

- ✚ Facteur de correction K :

$$K = K1 * K2 * K3 \quad [1.14]$$

- Courant admissible I'z

Courant maximal que le câble peut véhiculer en permanence sans préjudice sur la durée de vie du câble.

$$I'z = Iz / K \quad [1.15]$$

Iz : Valeur normalisée du courant d'emploi.

- Détermination de la section

Elle est choisie en fonction de l'isolant, du nombre de conducteurs chargés et de la lettre de sélection, dans le tableau [**Annexe7**] détermination de la section minimale

- Vérification de la chute de tension

Elle est vérifiée en fonction du courant admissible, de la nature du réseau et de la longueur du câble.

La norme NFC 15-100 limite les valeurs de chute de tension admissibles selon le type de réseau et de la nature du récepteur.

Tableau 7 : Chute de tension admissible [2]

	La chute de tension admissible pour une installation en basse tension (BT)	La chute de tension admissible pour une installation en moyenne et haute tension (MT, HT)
Eclairage	3%	6%
Autres usages	5%	8%

La relations ci-dessous permet de calculer la chute de tension dans un circuit :

$$\Delta U = k I_B (R \cos\varphi + X L \sin\varphi) \quad [1.16]$$

Où :

$k = 2$ en monophasé et $k = \sqrt{3}$ en triphasé ;

L [m]: la longueur du câble ;

I_B [A] : courant d'emploi ;

$R = \rho L/s$ [Ω] résistance du conducteur

$\rho = 22,5$ [$\Omega\text{mm}^2/\text{m}$] résistivité de conducteur pour le cuivre et $\rho = 36.6$ [$\Omega\text{mm}^2/\text{m}$] résistivité de conducteur pour l'aluminium.

s [m^2] : section du câble

$X = 0,15 \cdot 10^{-3}$ [Ω] l'impédance d'un câble unipolaire et $X = 0,08 \cdot 10^{-3}$ [Ω] l'impédance d'un câble tripolaire.

La chute de tension relative (en pourcentage) est égale à :

$$\Delta V = \frac{\Delta U}{U} \quad [1.17]$$

U [V] : tension entre phase

❖ Estimation de court-circuit [9]

La détermination des valeurs de courant de court-circuit présumés en tous points d'une installation est essentielle au choix des matériels (PdC des dispositifs de protection).

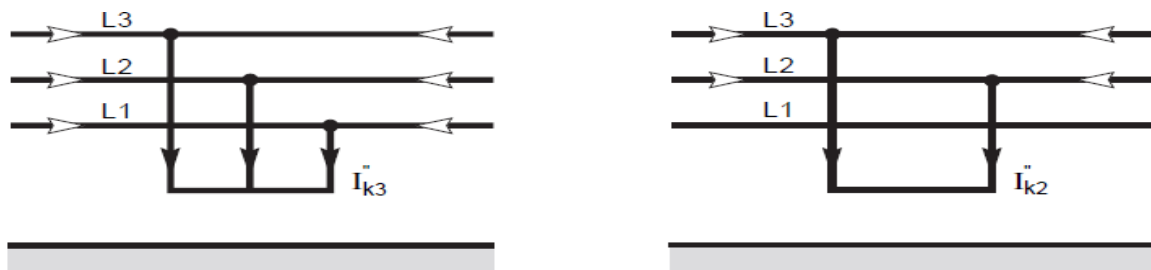


Figure 7 : Court-circuit triphasé et biphasé

Elle commence par l'estimation de cette valeur à l'origine de l'installation, puis en n'importe quel point selon plusieurs méthodes dont le choix dépend de l'importance de l'installation, des données disponibles, du type de vérification à effectuer.

La méthode des impédances consiste à totaliser les résistances et réactances des boucles de défaut depuis la source jusqu'au point considéré et à en calculer l'impédance équivalente.

Les différents courants de court-circuit et de défaut sont alors déduits par l'application de la loi d'Ohm.

- **Impédance due au réseau amont HTA :**

L'impédance du réseau HT, vue côté BT, peut être obtenue auprès du distributeur, mesurée ou calculée à partir des formules suivantes :

- Impédance due au réseau amont

$$Z_a = \frac{(m \cdot U)^2}{S_{cc}} ; \quad [1.18]$$

U [V] : tension nominale de l'installation entre phases ;

m : facteur de charge à vide, pris égal à 1,05 ;

S_{cc} [kVA] : puissance de court-circuit du réseau HT ;

- Résistance du réseau amont ramenée au secondaire (du transformateur)

$$R_a = 0.10 \cdot X_a \quad [1.19]$$

- Réactance du réseau amont ramenée au secondaire

$$X_a = 0.95 \cdot Z_a \quad [1.20]$$

- **Impédance de transformateur**

Pour calculer l'impédance total du transformateur, on utilise les relations suivantes :

-Impédance total du transformateur en [mΩ];

$$Z_{tr} = \frac{(m*U)^2}{S_n} * \frac{U_{cc}}{100} \quad [1.21]$$

m : facteur de charge à vide, pris égal à 1,05 ;

U [V]: tension nominale de l'installation entre phases ;

UCC [%]: tension de court-circuit du transformateur ;

S_n [kVA]: puissance nominal du transformateur ;

-Résistance totale du transformateur ramenée au secondaire en [mΩ];

$$R_{tr} = \frac{P_{cu}*U^2}{S_n^2} \quad [1.22]$$

P_{CU} [W] : pertes cuivres du transformateur

-Réactance totale du transformateur ramenée au secondaire en [mΩ]

$$X_{tr} = (Z_{tr}^2 - R_{tr}^2)^{1/2} \quad [1.23]$$

- **Courant de court-circuit en un point quelconque de l'installation [annexe 8] :**

Pour déterminer la valeur d'un court-circuit en un point quelconque de l'installation, on totalise les résistances et réactances de la boucle de défaut depuis la source jusqu'au point considéré. On en déduit l'impédance équivalente. Les valeurs de court-circuit sont alors calculées par application de la loi d'Ohm :

$$I_{cc} = \frac{U}{\sqrt{3}*Z_T} = \frac{c*m*U}{\sqrt{3}*\sqrt{(\sum R_t)^2 + (\sum X_t)^2}} \quad [1.24]$$

U [V]: tension nominale de l'installation entre phases ;

m : facteur de charge à vide, pris égal à 1,05 ;

c : facteur de tension pris égal à :

-c_{max} = 1,05 pour les courants maximaux

-c_{min} = 0,95 pour les courants minimaux

Z_T [mΩ] : impédance totale de la boucle de défaut au point considéré. C'est la somme vectorielle des résistances et réactances composants la boucle.

1.2.3.6. Choix de protection basse tension

❖ Disjoncteur [6]

Les exigences à prendre en compte dans les choix d'installation sont :

- Le courant assigné ou courant d'utilisation dans les conditions normales
- Le nombre de pôles : Il est fonction du réseau et de la charge,
- Le pouvoir de coupure (P_{dc}) qui doit être supérieur au courant de court-circuit que l'on peut atteindre sur la ligne,
- La courbe de déclenchement :

Courbe B : Protection des générateurs, des lignes de grande longueur, où il n'y a pas de pointes de courant. Déclenchement de I_n : 3 à 5 I_n .

Courbe C : Protection générale des circuits. Déclenchement : 5 à 10 I_n .

Courbe D : Protection des circuits à fort courant d'appel. Déclenchement : 10 à 14 I_n .

Courbe Z : Protection des circuits électroniques. Déclenchement : 2.3 à 3.6 I_n .

Courbe AM : Protection des départ moteurs. Déclenchement : 12.5 I_n .

❖ Sélectivité.

Dans le réseau basse tension le type de sélectivité à mettre en place est la sélectivité ampérométrique renforcée en cas de besoin par une autre chronométrique.

La sélectivité est assurée si le rapport du courant de réglage ($I_r=I_n$) du disjoncteur amont sur celui du disjoncteur aval est supérieur à 1,6 [11].

❖ Parafoudre.

Trois types de parafoudres pour réseau basse tension sont classés par les normes CEI61643-11 et EN61643-11. La mise en place de choix dépend essentiellement de la localisation et des conditions.

- Parafoudre de type 1 ou renforcé

Ce type doit être utilisés sur des installations où la foudre est très dangereuse, plus précisément en cas de présence de paratonnerre sur le site. La Norme Européenne (EN 61643-11) et Internationale (CEI6164311) imposent que ces parafoudres soient soumis aux essais de Classe 1, caractérisés par des injections d'ondes de courant de type 10/350 μs , représentatives du courant de foudre généré lors d'un impact direct. Ces parafoudres devront être installé à

l'origine de l'installation équipée de paratonnerre dans un coffret dédié, dans le but principal d'écouler efficacement les courants partiels de foudre.

- Parafoudre de type 2 ou primaire

Les parafoudres de type 2 sont installés en tête de l'installation, notamment au primaire TGBT, ou proche des équipements très sensible sur le risque d'impact direct. Ils ont pour but de dériver le plus directement possible les courants impulsionnels et d'éviter des couplages du réseau. Ces parafoudres sont soumis à des tests en onde de courants 8/20 μ s.

- Parafoudres de type 3 ou secondaire

En cas d'équipements particulièrement sensibles ou d'installation très étendue, il est recommandé d'utiliser des parafoudres à proximité des équipements sensibles. Ces parafoudres de plus faible énergie seront de Type 2 ou de Type.

Chapitre II. RESULTATS

Ce chapitre entre dans le cadre des détails de calcul dans la conception technique d'une installation électrique d'une usine de production industrielle, en commençant par les schémas électriques de l'installation, en passant par les calculs : d'éclairage, de puissance installée, de puissance utilisée, de puissance absorbée et des appareils de protection et en fin par la réalisation avec le logiciel My ecodial L.

II.1. Schémas électriques de l'installation

II.1.1. Schéma unifilaire

Le schéma unifilaire venant du transformateur de l'usine de production est présenté ci-dessous :

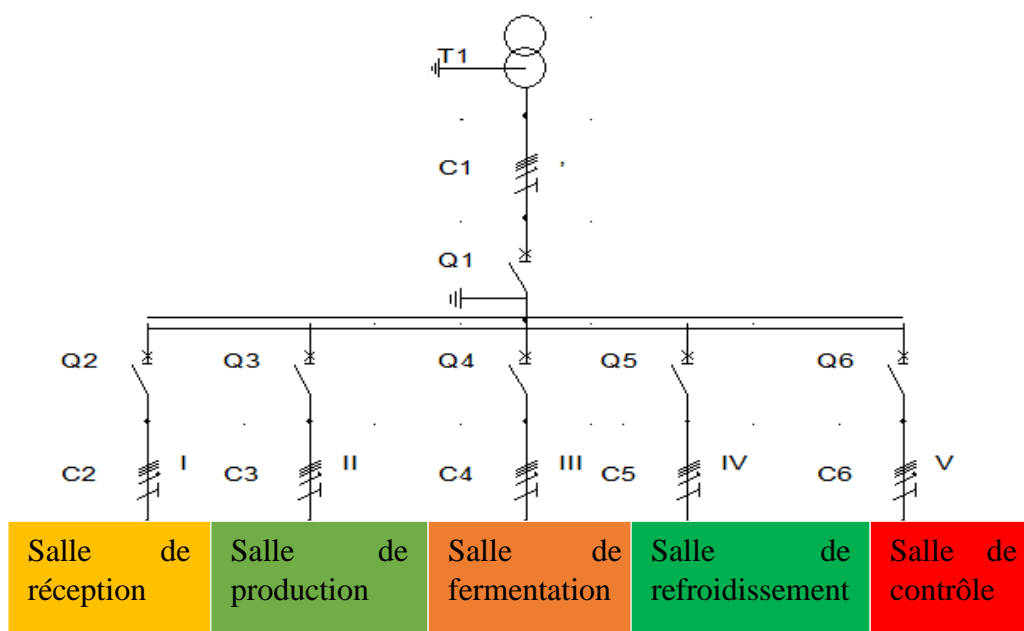
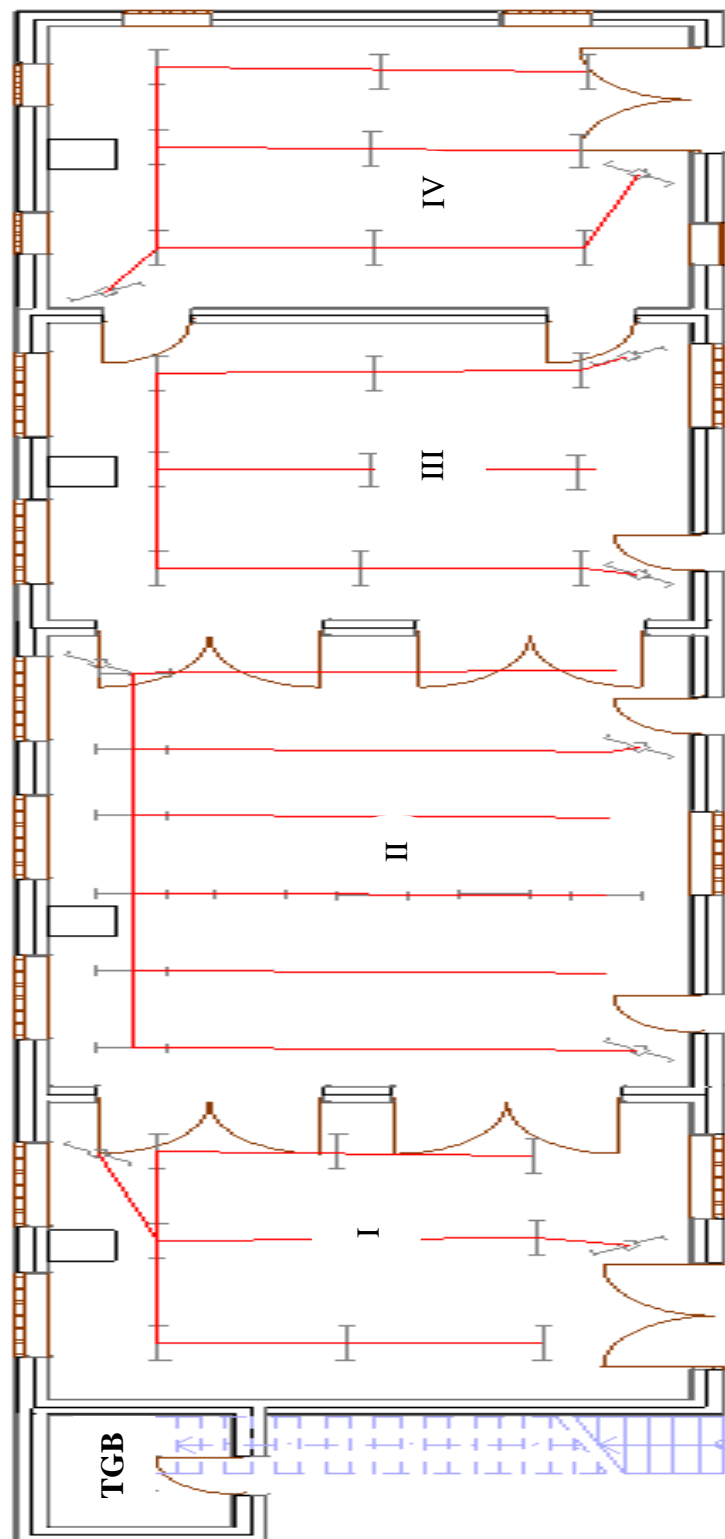


Figure 8 : Schéma unifilaire

II.1.2. Schéma architectural

Le figure suivant représente le schéma architectural de l'usine :



- I : Salle de réception de lait
- II : Salle de production
- III : Salle de fermentation
- IV : Salle de fermentation

Figure 9: Schéma architecturale

II.2. Eclairages à l'intérieur de l'usine

En travaillant sur un seul exemple, du fait que la démarche pour la méthode de calcul est la même et en prenant l'exemple de la salle de réception du lait :

- Surface : $7\text{m} \times 7\text{m} = 49\text{m}^2$;
- Activités : réception du lait venant de la salle de traite ;
- Couleur de plafonds / murs : jaune claire
- Luminaire : luminaires encastrés ;
- Lampes et flux lumineux de la lampe : tubes fluorescents 5000lm ;
- Eclairement : 200 lux ;
- Indice de locaux :

$$K = \frac{7 \times 7}{4(7+7)} \approx 0.8$$

- Flux total :

$$\Phi_{\text{total}} = \frac{200 \times 49}{U} \times \frac{\delta}{\eta}$$

Or $K = 0.8$ alors $U = 0.32$ [annexe 2]

Et $\delta/\eta = 1.45$ [annexe 2]

D'où

$$\Phi_{\text{total}} = 44406 \text{ lm}$$

- Nombre de lampe :

$$N = \frac{37495}{5000} \approx 9 \text{ lampes}$$

Tableau 8 : Résultat du calcul manuel de nombre des lampes

Salle	Surface	Indice de locaux - utilisation	Facteur de dépréciation /rendement (δ/η)	Eclairage	Flux lumineux d'une lampe	Flux total	Nombre des lampes
Réception	49 [m ²]	0.8-0.38	1.45	200[lx]	5000 [lm]	44406[lm]	9 lampes
Contrôle	49 [m ²]	0.8-0.38	1.45	200[lx]	5000 [lm]	44406[lm]	9 lampes
Production	77 [m ²]	1.3-0.48	1.45	500[lx]	5000 [lm]	116302[lm]	24 lampes
Fermentation	49 [m ²]	0.8-0.38	1.45	200[lx]	5000 [lm]	44406[lm]	9 lampes
Refroidissement	49 [m ²]	0.8-0.38	1.45	200[lx]	5000 [lm]	44406 [lm]	9 lampes

II.3. Installations techniques de l'usine

Les détails des résultats de calculs de la conception de l'installation électrique de l'usine de production d'yaourt sont obtenus avec les formules citées dans le premier chapitre.

II.3.1. Calcul de puissance

❖ Puissances des récepteurs de l'usine

Tableau 9 : Bilan de puissance [1] [10] [13]

	Appareils	Nombres de appareils	P. unitaire (W)	Puissance totale(kW)	Cos ϕ	Coef d'utilisation	P. total(kW)	Coef de simultanéité	P. total résultante (kW)	Q. total résultante (kVAR)	S.total résultante (kVA)
Salle de réception de lait	Eclairages	12	58	0.69	0.8	1.0	0.69	1	0.69	0.51	0.85
	Moteur à pompe	1	3500	3.50	0.8	1	2.62	0.75	1.96	1.47	2.47
	Prise de courant	1	1500	1.50	0.8	1.0	1.50	0.5	0.75	0.55	0.94
	Sèche main	1	1500	1.50	0.8	1.0	1.50	1	1.50	1.12	1.88
	Climatiseur	1	1200	1.20	0.8	1.0	1.20	1	1.20	0.9	1.6
									6.27	4.69	7.83
Salle de production	Eclairages	24	58	1.40	0.8	1.0	1.40	1	1.40	1.05	1.75
	Moteurs pompes	3	3500	10.50	0.8	1.0	10.50	0.75	7.87	5.89	9.83
	Moteur pour l'échauffement	1	15000	15.0	0.8	1	15.0	0.75	11.25	8.43	14.06
	Moteur pour le refroidissement	1	12000	12.0	0.8	1	12.0	0.75	9.0	4.21	11.25
	Moteur pour le mélangeur	1	7500	7.50	0.8	1	7.5	0.75	5.62	2.80	7.02
	Machine conditionneuse	1	20000	15	0.8	1	20.0	0.75	15.0	11.25	18.75
	Prise de courant	2	3000	6.00	0.8	1.0	6.00	0.5	3	2.25	3.75

Salle de production	Appareils	Nombres de appareils	P. unitaire (W)	Puissance totale(kW)	Cos φ	Coef d'utilisation	P. total(kW)	Coef de simultanéité	P.total résultante (kW)	Q.total résultante (kVAR)	S.total résultante (kVA)
	Sèche main	3	1500	4.50	0.8	1.0	4.50	1	4.50	3.37	5.62
	Climatiseurs	3	1200	3.60	0.8	1.0	3.60	1	3.60	2.70	4.50
	Alimentation serveur info	1	300	0.30	0.8	1.0	0.30	1	0.30	0.22	0.37
									61.55	46.16	76.93
Salle de fermentation	Eclairage	8	58	0.46	0.8	1.0	0.46	1	0.46	0.34	0.57
	Moteur pour le chauffage	3	12000	36.0	0.8	1.0	36.0	0.75	27.0	20.25	33.75
	Moteur pour le tapis roulant	3	5500	16.5	0.8	1.0	16.5	0.75	12.37	9.27	15.46
	Prise de courant	2	3000	6.00	0.8	1.0	6.00	0.5	3	2.25	3.57
	Alimentation de serveur info	1	300	0.30	0.8	1.0	0.30	1	0.30	0.22	0.37
									41.13	30.74	51.34
Salle de refroidissement à 2°C à 7°C	Eclairage	8	58	0.46	0.8	1.0	0.46	1	0.46	0.34	0.57
	Moteur pour le refroidissement	3	15000	45.0	0.8	1.0	45.0	0.75	33.75	25.31	42.19
	Machine pour le tapis roulant	3	5500	16.5	0.8	1.0	5.50	0.75	12.37	9.27	15.46

Salle de refroidissement à 2°C à 7°C	Appareils	Nombres de appareils	P. unitaire (W)	Puissance totale(kW)	Cos φ	Coef d'utilisation	P. total(kW)	Coef de simultanéité	P.total résultante (kW)	Q.total résultante (kVAR)	S.total résultante (kVA)
	Prise de courant	2	3000	6.00	0.8	1.0	6.00	0.5	3.0	2.25	3.75
	Alimentation de serveur info	1	300	0.30	0.8	1.0	0.30	1	0.30	0.22	0.37
									49.88	37.40	62.34
Salle de contrôle	Eclairage	18	58	1.04	0.8	1.0	1.04	1	1.04	0.78	1.30
	Ordinateurs	10	80	0.80	0.8	1.0	0.80	1	0.80	0.6	1
	Imprimantes	5	100	0.50	0.8	1.0	0.50	1	0.50	0.37	0.62
	Prise de courant	12	500	6.00	0.8	1.0	6.00	0.1	0.6	0.45	0.75
	Alimentation de serveur info	1	300	0.30	0.8	1.0	0.30	1	0.30	0.22	0.37
	Climatiseur	2	1200	2.40	0.8	1.0	2.40	1	2.40	1.8	3
									5.64	4.22	7.04

D'après le tableau ci-dessus, on trouve la :

Puissance total active $P = 164.46 \text{ [kW]}$;

Puissance total réactive $Q = 123.21 \text{ kVAR}$;

Puissance total apparente $S = 205.49 \text{ [kVA]}$.

❖ Puissance de transformateur

On en déduit alors après les valeurs ci-dessous de la puissance nominale du transformateur :

- Puissance installée $P_i = 215.87 \text{ [kW]}$;

- Puissance utilisée $P_u = 164.46$ [kW] ;
- Puissance appelée $S_a = 205.49$ [kVA];

Finalement, on pourra donc choisir 250 [kVA] comme puissance apparente du transformateur normalisé dans le catalogue.

II.3.2. Dimensionnement du jeu de barres

En connaissant :

- Transformateur de puissance : $S_n = 250$ KVA
- Tension de service : $U = 380$ V
- Courant nominal: $I_n = S_n / (\sqrt{3} * U) = 379.83$ A

Détermination du coefficient de conditions :

$K_1 = 1$ Nombre de barres par phase : 1

$K_2 = 1$ Barres nues

$K_3 = 1$ Barres sur chant

$K_4 = 1$ Atmosphère confinée (en armoire)

$K_5 = 1$ Sans ventilation artificielle

$K_6 = 1$ Courant alternatif

$K_7 = 1$; température ambiante : 45°C

$K_8 = 1$; Echauffement admissible : 30°C

D'où $K = 1$

Calcul de l'intensité admissible :

$$I_{z_barres} = I_n * K = 379.83 * 1 = 379.83 \text{ A}$$

Enfin, on détermine la section réelle du jeu de barre à installer à partir du tableau des valeurs de base des intensités admissibles $I(A)$ dans les barres de cuivre [annexe5].

On cherche la valeur juste supérieure à 379.83A.

Dans la table, on trouve les dimensions suivantes :

$$S = 25 * 5 = 125 \text{ mm}^2$$

$$P = 2 * (25 + 5) = 60 \text{ mm}$$

II.3.3. Calcul manuel

II.3.3.1. Section de câbles

En appliquant les différentes formules pour calculer la section des câbles, on déterminera la section du câble entre TGBT et la salle de production de l'usine.

On sait :

Puissance apparente dans la salle de production : $S = 76.93 \text{ kVa}$

Courant d'emploi : $I_B = 116.88 \text{ A}$

Calibre de l'appareil de protection : $I_n = 125 \text{ A}$

On choisit :

- Lettre de sélection : F ;
- Nature de l'isolant : PR3 ;
- Facteur de correction $K_1 = 1$;
- Facteur de correction $K_2 = 0.82$;
- Facteur de correction $K_3 = 1$;
- Facteur de correction $K = 0.82$;
- Courant admissible $I'_Z = 142.53 [\text{A}]$, on choisit la valeur immédiatement supérieure à $142.53 [\text{A}]$ selon l'intensité normalisé en $[\text{A}]$ afin de choisir la section d'un conducteur, c'est-à-dire ici, $160 [\text{A}]$;
- La section d'un conducteur de phase du câble PR3 sera $S = 35 \text{ mm}^2$;
- Vérification de chute de tension $\Delta U = 1.35 \text{ V}$
- $\Delta U = \frac{u}{U} = 0.35\%$: résultat correspond à la norme.

II.3.3.2. Courant de court-circuit

Exemple : Calcul du courant de court-circuit au niveau du TGBT :

-Puissance nominal du transformateur : $S_n = 250 \text{ kVA}$;

-Pertes cuivre du transformateur : $P_{cu} = 3.1 \text{ kW}$;

-Courant de court-circuit : $U_{cc} = 4\%$;

-Longueur du câble : $L = 10 \text{ m}$;

-Section du conducteur : $s = 150 \text{ mm}^2$;

- Résistivité du câble $\rho = 22,5 \text{ } \Omega\text{mm}^2/\text{m}$

- Impédance du transformateur : $Z_{tr} = \frac{(380 \cdot 1.05)^2}{250000} * \frac{4}{100} = 25.45 \text{ m}\Omega$;

- Résistance totale du transformateur $R_{tr} = \frac{(3100 \cdot 380^2)}{25000^2} = 7.16 \text{ m}\Omega$;

- Réactance total du transformateur : $X_{tr} = (25.45^2 - 7.16^2)^{1/2} = 24.44 \text{ m}\Omega$;

- Résistance du câble : $R_c = \frac{22.5 \cdot 0.001 \cdot 10}{4 \cdot 150} = 0.37 \text{ m}\Omega$;

- Réactance du câble : $X_c = 0.08 \cdot 10 = 0.8 \text{ m}\Omega$;

- Impédance totale : $Z_T = 26.89 \text{ m}\Omega$;

- Courant de court-circuit au niveau de TGBT : $I_{cc} = \frac{1.05 \cdot 1.05 \cdot 380}{\sqrt{3} \cdot 26.89} = 8.99 \text{ kA}$ qui est dangereux pour l'installation.

II.3.3.3. Protection électrique BT

❖ Disjoncteur

En prenant un seul exemple : départ TGBT de l'usine vers la salle de fermentation

- Puissance absorbée : 51.34 KVA ;

- Courant d'emploi : $I_b = 78.00 \text{ A}$;

D'après les résultats des données précédentes et en se basant sur le catalogue des fournisseurs, le disjoncteur choisi a les caractéristiques suivantes :

- Calibre du disjoncteur $I_n = 100 \text{ A}$;

- Pouvoir de coupure $P_{dp} = 25.0 \text{ kA}$;

- Le type de déclenchement est : Courbe D

- Nombre de pôles : 4P-4D.

II.3.4. Calcul avec le logiciel my ecodial. L

II.3.4.1. Entre Transformateur et TGBT

Circuit : **Circuit1 (T1-C1-Q1) - Calculé**

Amont :

Aval : Canalis2

Tension : 380 V

Source : T1

Réseau amont

Puissance de court-circuit amont : 500 MVA

Impédances du circuit amont : Résistance R_t : 0.0317 mOhm

Inductance X_t : 0.3168 mOhm

Transformateur :

Type : immergé

Nombre de transformateurs : 1 Schéma des liaisons à la terre : TT

Puissance globale : 250 kVA Puissance unitaire : 250.0 kVA

Couplage : Triangle-Etoile Tension de court-circuit : 4.00 %

Impédances de la source : Résistance R_t : 7.8517 mOhm

Inductance X_t : 24.1870 mOhm

I_b : 361.75 A

Pcc HT max.(MVA): 500 MVA

Pcc HT min.(MVA) : 500 MVA

Cable : **C1**

Longueur : 10.0 m

Mode de pose : 13-Câble sur chemin de câble (ou tablette) perforé Jointifs

Type de câble : Monoconducteur Nb de couches : 1

Isolant : PR Nb de circuits jointifs supplémentaires : 0

Arrangement des conducteurs : Trèfle

Température ambiante : 30 °C Niveau de THDI : de 15% à 33% inclus

Courant admissible par le câble (I_z) :

I_z dans les conditions normales d'utilisation : 441.5 A

I_z x facteurs de correction (conditions réelles d'utilisation) : 370.9A

Contrainte de dimensionnement : surcharges

Facteurs de correction : 0.84

Tableau 10 : Section de conducteur entre transformateur et TGBT

Sections (mm ²)	Théoriques	Choisies	Désignation	Métal
Par phase	1 x 144.4	1 x 150.0		Cuivre
Neutre	1 x 144.4	1 x 150.0		Cuivre
PE	1 x 50.0	1 x 50.0		Cuivre

Tableau 11 : Chute de tension entre transformateur et TGBT

Chutes de tension	Amont	Circuit	Aval
AU (%)	0.00	0.2875	0.29

Tableau 12 : Courant de court-circuit transformateur et TGBT

	Icc amont	Ik3max	Ik2max	Ik1max	Ik2min	Ik1min	I défaut
(kA)		8.9931	7.7882	8.6136	7.0155	7.7212	0.0109
R (mΩ)		9.1174	18.2349	10.3514	18.9259	11.0425	9.4630
X (mΩ)		25.3038	50.6076	26.1038	50.6076	26.1038	24.5038
Z (mΩ)		26.8963	53.7926	28.0813	54.0307	28.3433	26.2676

Disjoncteur : Q1

Nom : NSX400F-36.0 kA Calibre nominal : 400 A

Calibre de la protection (In) : 400.00 A Déclencheur : Micrologic 2.3

Nombre de pôles : 4P4d

Protection différentielle : Oui

II.3.4.2. Entre TGBT et salle de production

Circuit : Circuit3 (Q3-C3) - Calculé

Amont : Canalis2

Aval :

Tension : 380 V

Disjoncteur : Q3

Nom : NG160N-25.0 kA

Calibre nominal : 160 A

Calibre de la protection (In) : 125.00 A

Déclencheur : TM-D

Nombre de pôles : 4P4d

Sélectivité : T

Cable : C3

Longueur : 12.0 m
 Mode de pose : 13-Câble sur chemin de câble (ou tablette) perforé Jointifs
 Type de câble : Monoconducteur Nb de couches : 1
 Isolant : PR Nb de circuits jointifs supplémentaires : 0
 Arrangement des conducteurs : Trèfle
 Température ambiante : 30 °C Niveau de THDI : de 15% à 33% inclus

Courant admissible par le câble (Iz) :

Iz dans les conditions normales d'utilisation : 171.4 A

Iz x facteurs de correction (conditions réelles d'utilisation): 144.0 A

Contrainte de dimensionnement : surcharges

Facteurs de correction : 0.84

Tableau 13 : Section de conducteur entre TGBT et salle de production

Sections (mm²)	Théoriques	Choisies	Désignation	Métal
Par phase	1 x 28.2	1 x 35.0		Cuivre
Neutre	1 x 28.2	1 x 35.0		Cuivre
PE	1 x 0.1	1 x 16.0		Cuivre

Tableau 14 : Chute de tension entre TGBT et salle de production

Chutes de tension	Amont	Circuit	Aval
ΔU (%)	0.29	0.3769	0.67

Vérification de la contrainte thermique :

Energie reçue par le conducteur de phase : 15343750 A²s

Contrainte admissible : 25050025 A²s

Tableau 15 : Courant de court-circuit entre TGBT et salle de production

	Icc amont	Ik3max	Ik2max	Ik1max	Ik2min	Ik1min	I défaut
(kA)	8.9931	7.9362	6.8730	6.6668	5.9945	5.5916	0.0109
R (mΩ)	9.1174	15.4637	30.9274	23.0440	35.1915	27.3085	35.4966
X (mΩ)	25.3038	26.2638	52.5276	28.0238	52.5354	28.0364	27.3074
Z (mΩ)	26.8963	30.4781	60.9562	36.2817	63.2330	39.1381	44.7851

Charge I : 116.89 A Polarité du circuit : Tri + N
 P : 61.55 kW Schéma des liaisons à la terre : TT

cosφ : 0.80 Répartition: -
 Ku : 1.0
 Nombre de circuit identiques 1

II.3.4.3. Entre TGBT et salle de refroidissement

Circuit : **Circuit6 (Q6-C6) - Calculé**

Amont : Canalis2

Aval :

Tension : 380 V

Disjoncteur : **Q6**

Nom : NG160N-25.0 kA Calibre nominal : 160 A

Calibre de la protection (In) : 100.00 A Déclencheur : TM-D

Nombre de pôles : 4P4d

Sélectivité : T

Câble : **C6**

Longueur : 28.0 m

Mode de pose : 13-Câble sur chemin de câble (ou tablette) perforé Jointifs

Type de câble : Monoconducteur Nb de couches : 1

Isolant : PR Nb de circuits jointifs supplémentaires : 0

Arrangement des conducteurs : Trèfle

Température ambiante : 30 °C Niveau de THDI : de 15% à 33% inclus

Courant admissible par le câble (Iz) :

Iz dans les conditions normales d'utilisation : 137.8 A

Iz x facteurs de correction (conditions réelles d'utilisation) : 115.8 A

Contrainte de dimensionnement : surcharges

Facteurs de correction : 0.84

Tableau 16 : Section de conducteur entre TGBT et salle de refroidissement

Sections (mm²)	Théoriques	Choisies	Désignation	Métal
Par phase	1 x 20.0	1 x 25.0		Cuivre
Neutre	1 x 20.0	1 x 25.0		Cuivre
PE	1 x 0.1	1 x 16.0		Cuivre

Tableau 17 : Chute de tension entre TGBT et salle de refroidissement

Chutes de tension	Amont	Circuit	Aval
ΔU (%)	0.29	0.9747	1.26

Vérification de la contrainte thermique :

Energie reçue par le conducteur de phase : 4370000 A²s

Contrainte admissible : 12780625 A²s

Tableau 18 : Courant de court-circuit entre TGBT et salle de refroidissement

	Icc amont	Ik3max	Ik2max	Ik1max	Ik2min	Ik1min	I défaut
(kA)	8.9931	5.9554	5.1575	4.0202	4.1803	3.0798	0.0109
R (mΩ)	9.1174	29.8486	59.6973	51.8138	72.0169	64.1339	77.6021
X (mΩ)	25.3038	27.5438	55.0876	30.5838	55.0954	30.5964	29.8674
Z (mΩ)	26.8963	40.6153	81.2306	60.1668	90.6749	71.0584	83.1514

Charge I : 94.73 A Polarité du circuit : Tri + N
P : 49.88 kW Schéma des liaisons à la terre : TT
cosφ : 0.80 Répartition: -
Ku : 1.0
Nombre de circuit identiques 1

Résultats de calcul conformes au guide UTE C15-500 (rapport CENELEC R064-003).

Avis technique UTE 15L-602.

Hypothèses et choix de l'appareillage à la responsabilité de l'utilisateur.

Chapitre III.CREATION D'INTERFACE GRAPHIQUE

On peut créer facilement une interface graphique qui présente la structure de l'installation électrique de l'usine, la méthode de dimensionnement de section de câble et le processus de production du yaourt. Pour pouvoir le réaliser, on montre sous la forme d'un organigramme et de Grafcet l'étape de fonctionnement de création et de simulation avec un logiciel.

III.1. Organigramme

L'organigramme est un graphique qui présente la structure de l'organisation.

III.1.1. Organigramme de la structure de l'installation

La source du réseau passe directement au poste de transformation de l'usine de production.

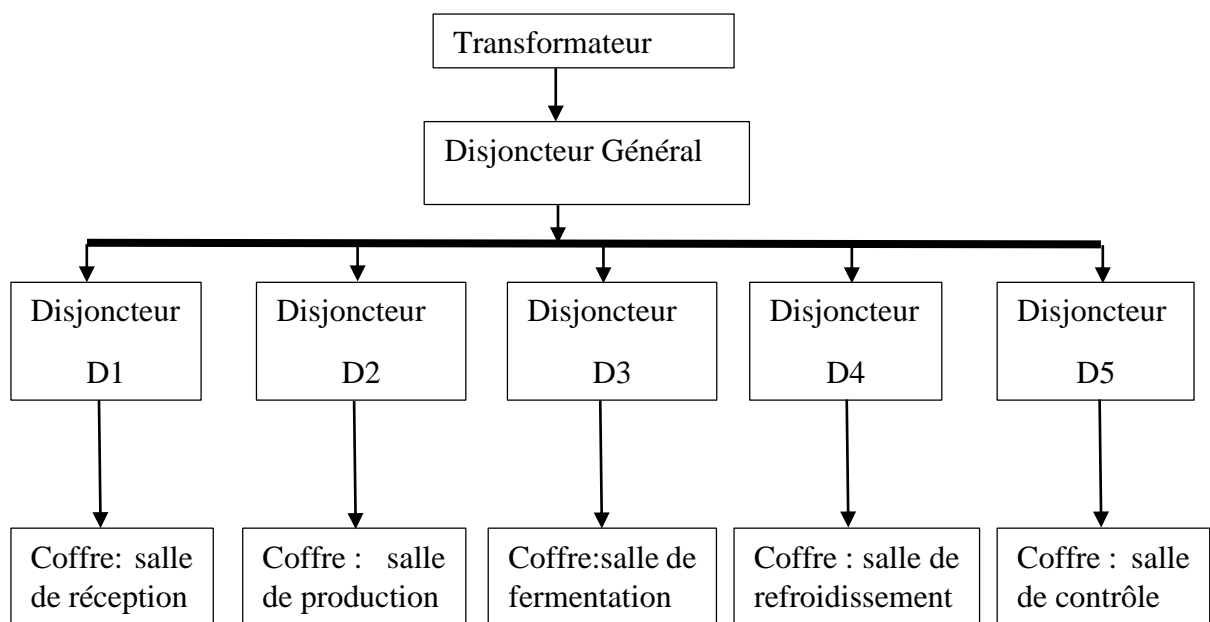


Figure 10 : Organigramme de la structure de l'installation

III.1.2. Organigramme de la méthode dimensionnement de section de conducteur

La méthode de calcul de section de câble est résumée sur l'organigramme ci-dessous :

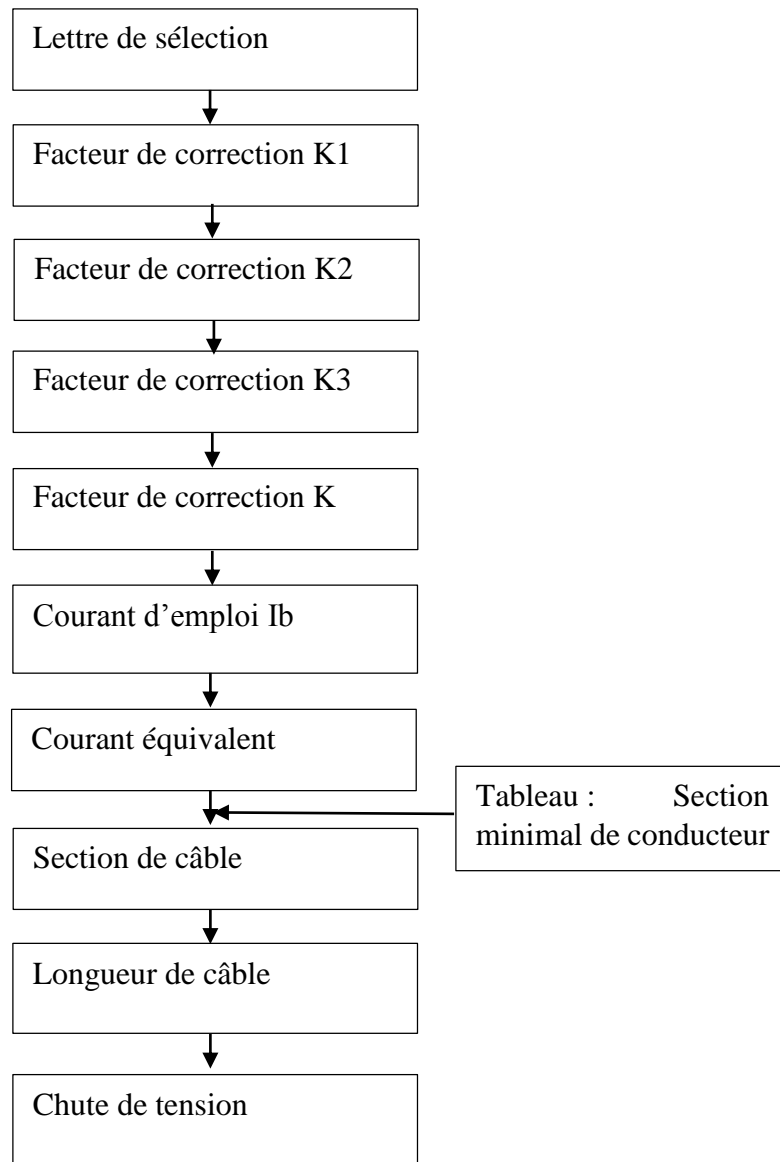


Figure 11 : Organigramme de méthode de dimensionnement de section de conducteur

III.2. Grafcet

Le Grafcet (GRAphe Fonctionnel de Commande des Etapes et Transitions) est un outil graphique destiné à décrire les différents fonctionnements et comportements d'un automate séquentiel.

III.2.1. Grafcet de chauffage et de refroidissement du lait

Le transport de lait se fait directement par un tuyau venant de la salle de réception et se termine dans une cuve qui s'appelle cuve de pasteurisation.

Ce cuve va permettre de :

- ✓ Chauffer le lait jusqu'à une température de pasteurisation qui est de 90°C pendant 3 minutes ;
- ✓ Le refroidir jusqu'à une température de fermentation de 42°C ;
- ✓ Mélanger le lait avec du ferment lactique, du sucre et autres produits artificielles. Le lait reste ainsi à une température de 42°C.

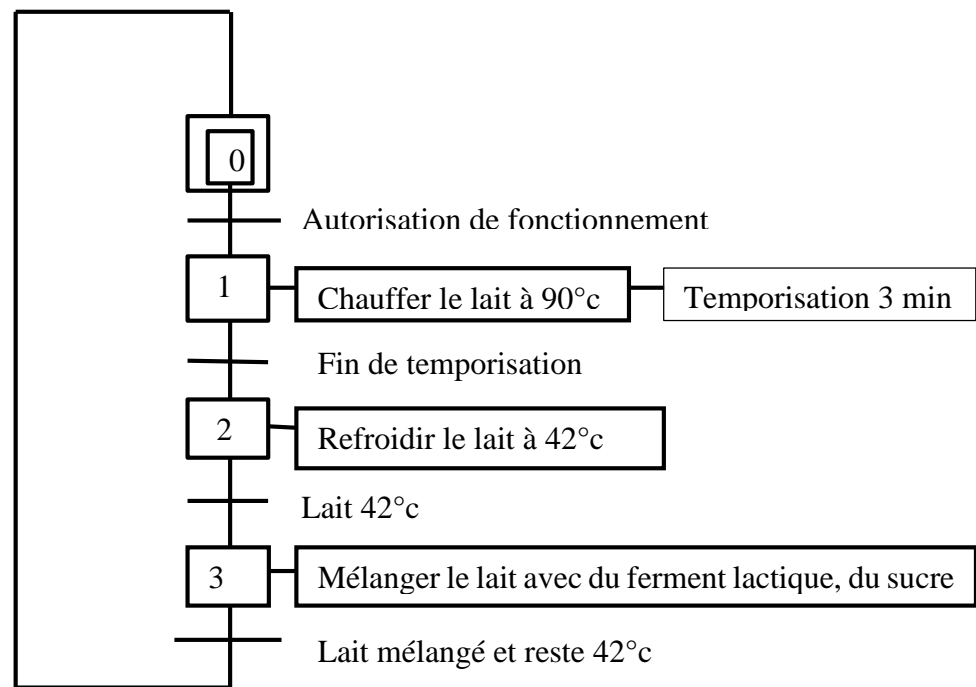


Figure 12 : Grfcet de chauffage et de refroidissement du lait

III.2.2. Grfcet du remplissage d'yaourt en pot

La machine de conditionnement va permettre de conditionner l'yaourt en pot de 125 g. Ce conditionnement se fait via les étapes suivantes :

1^{ère} étape : on a un vérin qui porte les pots et qui permet de les déposer dans une alvéole via un tapis roulant.

2^{ème} étape : Le tapis qui porte l'alvéole avance. A chaque fois que les pots y tombent, le tapis fait un pas pour arriver au poste de remplissage où ils sont dosés à 125 g du lait. Le remplissage de pot se fait par l'ouverture et la fermeture d'une vanne par un détecteur de présence et de niveau.

3^{ème} étape : Après les pots arrivent dans un poste de perculage où le percule se met sur le pot par un vérin.

4^{ème} étape : Ensuite, au poste de soudage où une résistance portée par un vérin de soudage soude le percule sur le pot en plastique.

5^{ème} étape : Les pots arrivent au poste de tâter qui permet de tâter les pots d'yaourt.

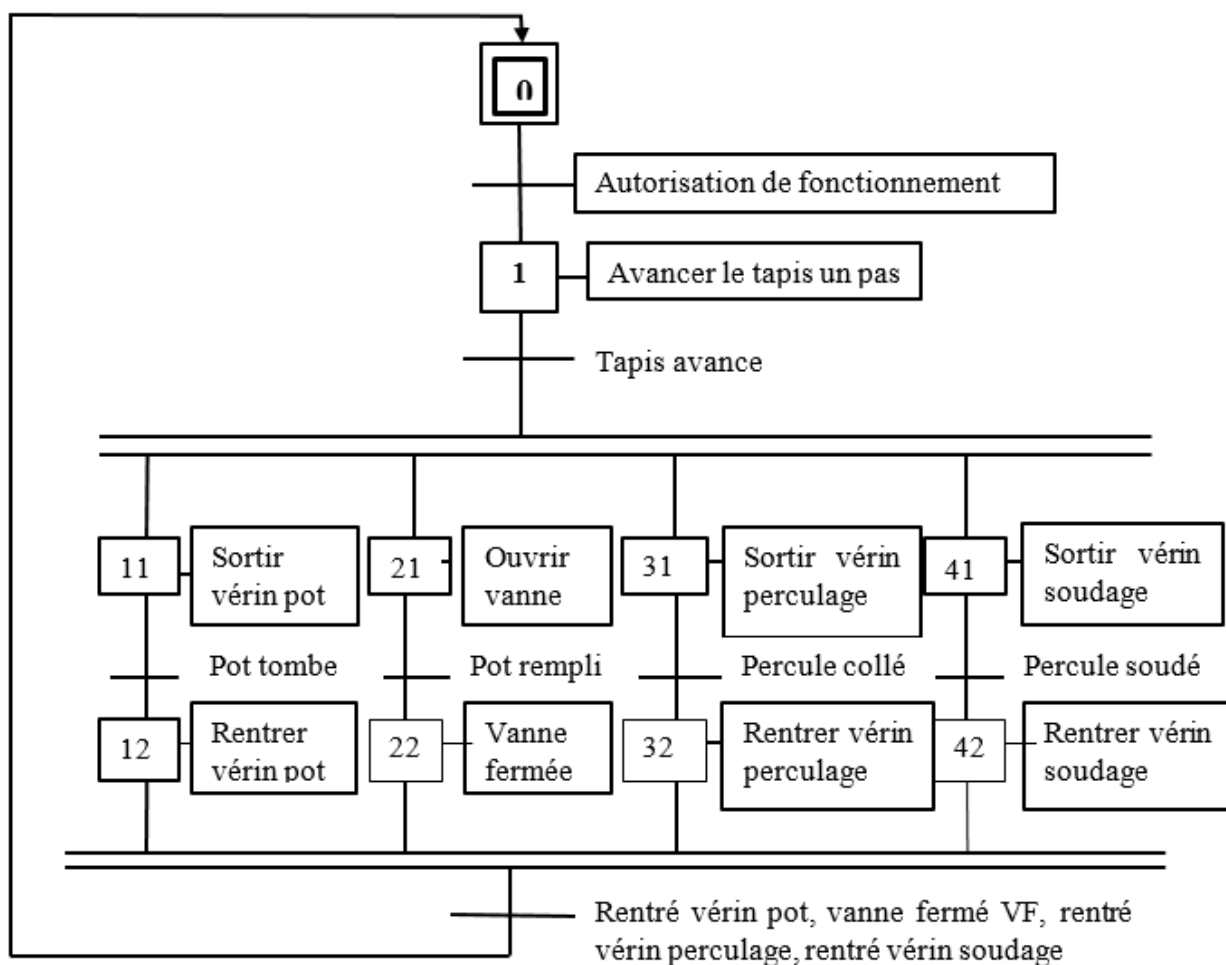


Figure 13 : Grafet du remplissage d'yaourt en pot

III.2.3. Grafet de fermentation et de refroidissement du lait

Après la mise en pot du lait :

- ✓ L'yaourt est maintenu à la température de 42°C entre un intervalle de temps de 4 heures à 6 heures ;
- ✓ L'yaourt est refroidi à une température de conservation entre 2°C et 7°C.

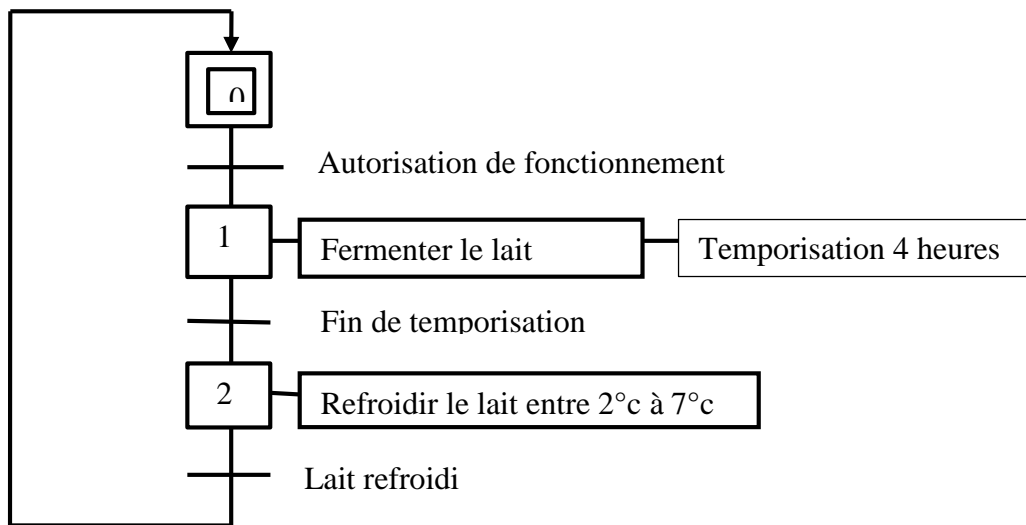


Figure 14 : Grafcet de fermentation et de refroidissement du lait

III.3. Interface graphique

Une interface graphique permet de contrôler une application interactivement avec la souris plutôt que par le lancement des commandes au clavier. Elle comprend des menus des boutons, des cases à cocher, des listes de choix des zones de texte [5].

III.3.1. *Eléments de base*

Pour créer une interface, il faut disposer d'une fenêtre de base dans laquelle seront insérés les éléments graphiques (objets).

- Création d'une nouvelle fenêtre pour application :

Exemple : fig1 = figure

Le paramètre fig1 est le handle de la fenêtre, c'est à dire le numéro de repère de la fenêtre attribué par le logiciel de simulation.

- Propriétés d'une fenêtre graphique (ou d'un objet)

Les principales propriétés sont : le titre, la position et la dimension dans l'écran, la couleur de fond, la présence et le type de menus, le redimensionnement.

- get : toute propriété particulière est obtenue par :

Code :

```
valeur_propriété = get( fig1, 'nom_propriété' )
```

- set : toute propriété (modifiable) peut être modifiée en définissant une nouvelle valeur pour la propriété considérée (valeur numérique, chaîne, liste de valeur, tableau...)

Code :

```
set (fig1, 'nom_propriété' , valeur_propriété )
```

- Insertion d'un Objet dans la fenêtre

L'insertion d'un objet dans une fenêtre se fait par la fonction "uicontrol", dont le premier paramètre est le handle de la figure de référence. Le deuxième paramètre précise le "style" ou type d'objet à insérer.

Code :

```
text1 = uicontrol( fig1 , 'style' , 'text' , 'position' , [10,150,170,30] , 'string' , 'HELLO' , 'fontsize' , 20 ) ; .
```

III.3.2. Principaux objets graphiques

On cite quelques principaux objets graphiques :

- Cadre

Le cadre permet de dessiner un rectangle de présentation (par exemple regroupement de diverses entités graphiques dans un rectangle).

Code :

```
Cadre1 = uicontrol ( fig1 , 'style' , 'text' , 'position' , [ posX ,posY,tailleX,tailleY] ) ;
```

- Texte Editable

Permet à l'utilisateur de saisir une valeur. C'est une fonction importante.

Code :

```
Text1 = uicontrol ( fig1 , 'style' , 'edit' , 'position' , [100,50,150,20] , 'string' , ' ' );
```

- Bouton poussoir

Un bouton poussoir se crée par :

Code :

```
bp= uicontrol ( fig1 , 'style' , 'pushbutton' , 'position' , [10 100 60 30 ] , 'string' , 'FIN' , 'callback'  
, @ nom de la fonction_pushbutton_callback) ;
```

Lorsqu'on clique sur le bouton poussoir, il provoque l'exécution de la fonction indiquée dans le 'callback'. Cette fonction peut être une instruction de base Matlab ou une liste d'instruction, ce qui évite d'écrire une multitude de petites fonctions exécutées par les callbacks.

Un bouton-poussoir s'inactive par la commande :

Code :

```
set (bp , 'enable' , 'off' )
```

Par cette commande, on peut rendre inactif certaines commandes, par exemple lorsqu'il manque des informations pour traiter un problème.

III.3.3. Principe de l'interaction avec la souris

La presque totalité des objets de l'interface graphique (bouton poussoir, case à cocher...) peut interagir avec la souris.

- La fonctionnalité la plus courante est la modification de la valeur associée à l'objet : pour les objets destinés à faire une saisie (case à cocher, curseur, champ de saisie, choix de liste...). Matlab gère automatiquement la valeur associée. Cette valeur est récupérable ou modifiable par toute partie de l'application par la fonction "get" ou "set".
- La deuxième interaction courante est une action déclenchée par le "clic" souris sur l'objet (appuyé puis relâché): la fonction associée est décrite dans la propriété "callback" de l'objet. Cette fonction peut être une instruction de base Matlab ou une fonction définie par l'utilisateur (stockée en fichier .m).
- Certains objets n'ont pas de callback (cas des figures) mais possèdent d'autres actions associées à la souris. Leur emploi est identique au callback classique (description de la fonction en liste d'instructions)

III.4. Présentation de l'interface graphique

III.4.1. Structure de l'installation

Quand l'utilisateur ouvre le logiciel, la nouvelle fenêtre présentée ci-dessous s'affiche :

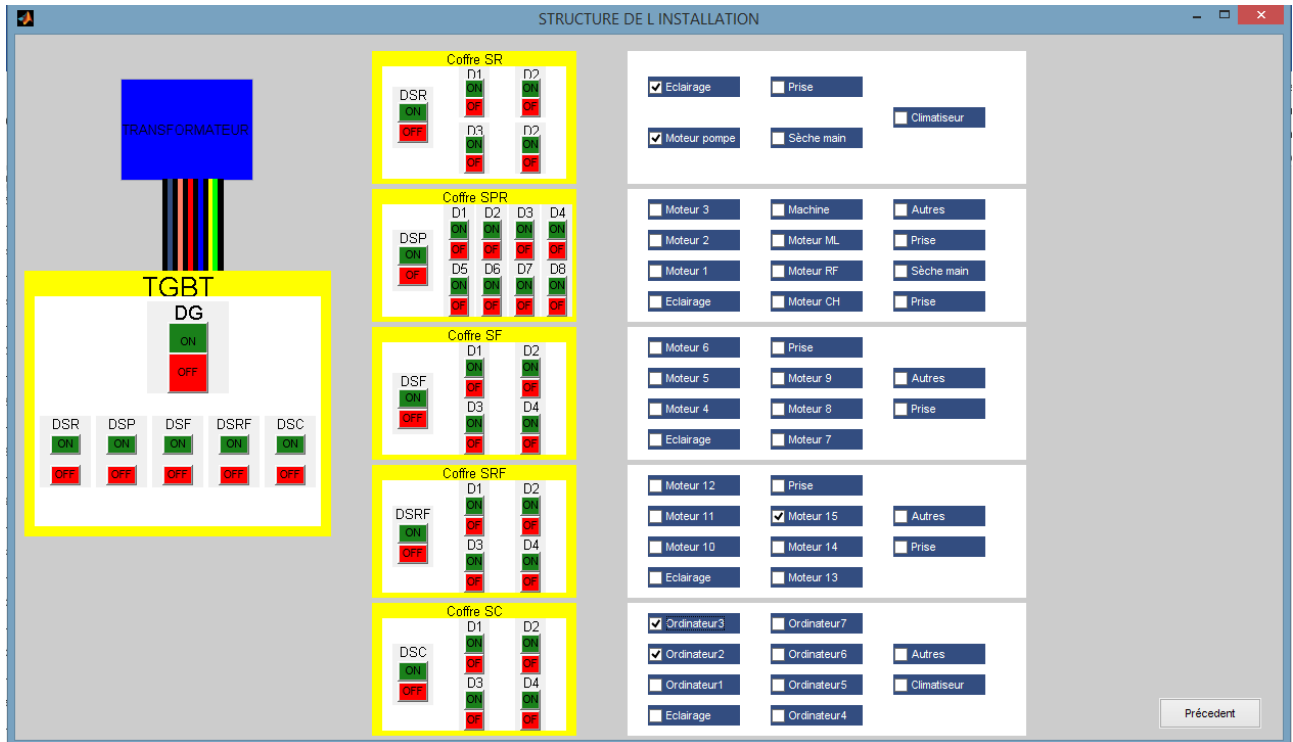




Figure 15: Structure de l'installation

Les boutons suivants s'affichent sur l'écran :

- « ON » : En cliquant un fois sur l'un de ce bouton, tous les circuits en aval sont alimentés.
- « OFF » : où tous les circuits sont coupés en y cliquant une fois.
- «  » : Les circuits ne sont pas alimentés.
- «  » : Les circuits sont alimentés.
- « Précédents » : Fait apparaître une nouvelle fenêtre.

III.4.2. Dimensionnement de section de câble

Le dimensionnement de câble compte beaucoup sur l'installation électrique pour éviter l'échauffement en cas de court-circuit par exemple. Par conséquent, il y a des étapes et des formules à suivre. Le fenêtre ci-après le montre :

ETAPES DE CALCUL

Entrer le lettre de selection :

Entrer le facteur de correction K1 =

Entrer le facteur de correction K2 =

Entrer le facteur de correction K3 =

Facteur de correction K CL1

Entrer courant d emploi Ib = A

Intensite equivalent CL2 A

MESSAGES

Entrer la section de câble choisi = mm

Entrer la longueur du câble = m

CHUTE DE TENSION CL3 %

RETOUR

Tableau 1 détermination de la lettre de sélection

Type d'élément conducteur	Mode de pose	Lettre de sélection
Conducteurs et câbles multicoucheurs	- sous conduit, profilé ou goulotte, apparent ou encastré - sous vide de construction, faux plafond - sous cauxveis, moulures, plâtres, chauxbrantes	B
Câbles multicoucheurs	- en appent contre mur ou plafond - sur chemin de câble ou tablettes non perforées	C
Câbles monocoucheurs	- sur échelle, corbeaux, chemin de câbles perforé - fixé en appent, espacés de la paroi - câbles suspendus	E
Câbles monocoucheurs	- sur échelle, corbeaux, chemin de câbles perforé - fixé en appent, espacés de la paroi - câbles suspendus	F

Tableau 2 détermination du facteur de correction K1

Lettre de sélection	Cas d'installation	K1
B	- câbles dans des produits encastrés directement dans des matériaux thermiquement isolants	0,70
C	- câbles encastrés dans des matériaux thermiquement isolants	0,77
E, F	- vide de construction et cauxveis	0,95
B, C, E, F	- sous plafond	0,95
B, C, E, F	- autres cas	1

Tableau 3 Détermination du facteur de correction K2

Lettre de sélection	Disposition des câbles joints	Nombre de circuits ou de câbles multicoucheurs										
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
B, C	encastrés ou posés dans les parois	1,00	0,80	0,70	0,65	0,60	0,57	0,54	0,52	0,50	0,45	
C	simple couche sur les murs ou sur les planchers ou tablettes non perforées	1,00	0,85	0,79	0,75	0,73	0,72	0,72	0,71	0,70	0,70	
E, F	simple couche au plafond	0,95	0,81	0,72	0,68	0,66	0,64	0,63	0,62	0,61	0,61	
E, F	simple couche sur des tablettes horizontales perforées ou tablettes verticales	1,00	0,88	0,82	0,77	0,75	0,73	0,73	0,72	0,72	0,72	
E, F	simple couche sur des échelles à câbles, corbeaux, etc.	1,00	0,87	0,82	0,80	0,80	0,79	0,79	0,78	0,78	0,78	

nota : lorsque les câbles sont disposés en plusieurs couches, appliquer un facteur de correction de :

nombre de couches	2	3	4 ou 5	6 à 8	9 et +
facteur de correction	0,8	0,75	0,7	0,68	0,66

Tableau 4 Détermination du facteur de correction K3

température ambiante en °C	diamètre (cauxcheux)	Nature de l'isolant	
		polychlorure de vinyle (PVC)	polyéthylène réticulé (PR), butyle, éthylène, propylène (EPR)
10	1,29	1,22	1,15
15	1,22	1,17	1,12
20	1,15	1,12	1,08
25	1,07	1,07	1,04
30	1,00	1,00	1,00
35	0,93	0,93	0,96
40	0,82	0,87	0,91
45	0,71	0,79	0,87

PRECEDENT

Figure 16 : Calcul de dimensionnement de section de câble

Avec cette interface, on peut déduire la section de câble en suivant les indications suivantes :

« CL1 » : fait apparaitre le résultat de la multiplication de facteur de correction K1, K2 et K3 et affiche le facteur de correction K ;

« CL2 » : Affiche l'intensité équivalent et les « messages » d'indication ;

« CL3 » : donne la valeur de chute de tension.

III.4.3. Processus de production d'yaourt

Le processus de production d'yaourt suit les étapes affichées sur la figure indiquée ci-dessous :

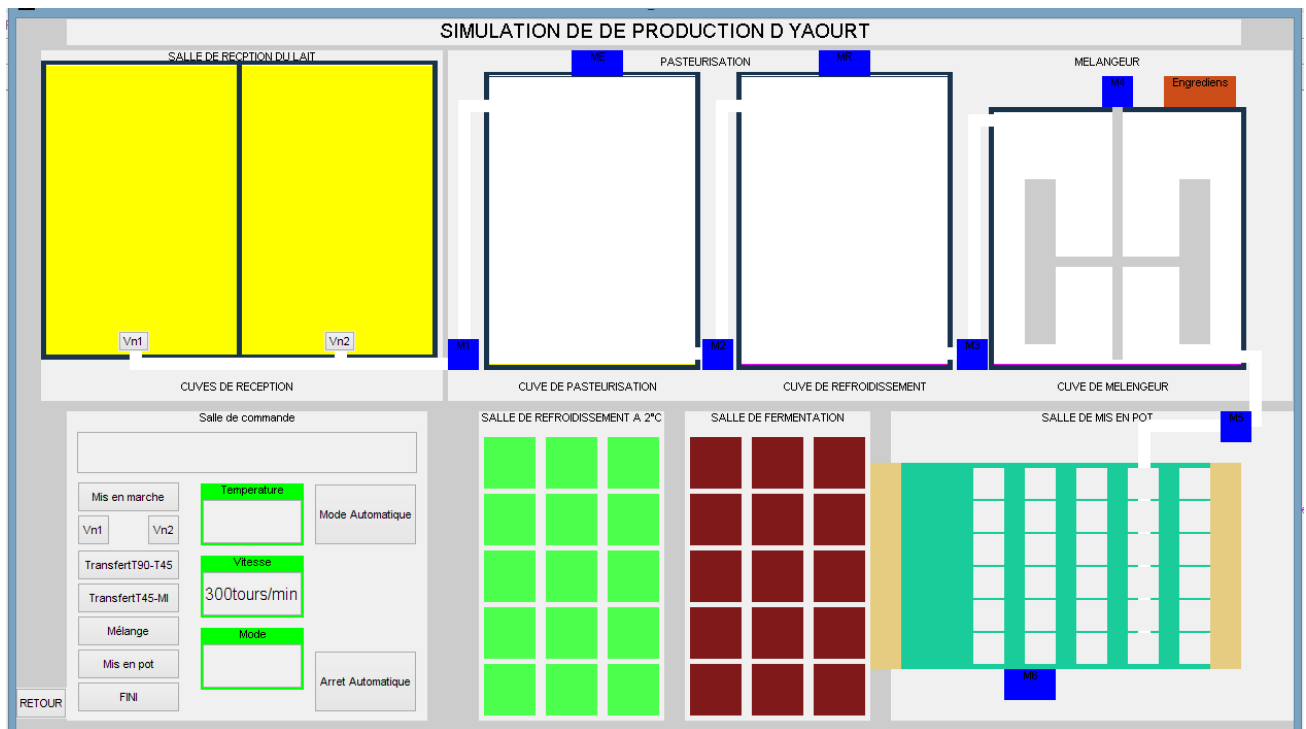


Figure 17 : Processus de production d'yaourt

Le bouton :

- « Vn1 » : fait transférer le lait de la cuve de réception vers le cuve de pasteurisation ;
- « Vn2 » : Identique à « Vn1 » ;
- « transfertT90-T45 » : transfert le lait de 90°C au cuve de refroidissement ;
- « transfertT45-M » : transfert le lait de 45°C au cuve mélangeur ;
- « Mélangeur » : mélange le lait de 45°C avec les autres ingrédients comme le sucre... ;
- « Mis en pot » : met le lait dans des pots ;
- « Mode automatique » : fait les différentes étapes de production d'yaourt en mode automatique ;
- « Arrêt automatique » : arrête le fonctionnement de production ;
- « Retour » : Retourne à une autre fenêtre précédent ;

La création d'une interface graphique est facile à réaliser avec l'aide de plusieurs logiciels. Elle varie selon ce que nous voulons réaliser.

CONCLUSION GENERALE

La conception d'une installation électrique dans une usine de production industrielle du yaourt est basée sur les normes et les règlements des sécurités internationales utilisées. Elle est facile à réaliser en connaissant tous les puissances de récepteurs qui peuvent être dimensionnées la source de distribution et les appareils de protection de tous les circuits.

Les étapes ont été montrées lors de la conception. Ils sont valables et praticables dans d'autres conceptions d'une installation électrique industrielle. La création et la réalisation d'une interface graphique ont été expliquées dans les étapes des circuits et les processus de production du yaourt dans une usine de transformation de lait en yaourt.

Ce mémoire permet aux ingénieurs ou aux techniciens d'effectuer les installations électriques bien conforme aux normes NFC 15-100 et aux règlements de sécurité d'un bâtiment ou d'une industrie en utilisant un logiciel de réalisation comme my ecodil-L.

Notre prochain objectif est de mettre les systèmes de sécurité incendie (SSI) dans tous les salles de production de l'usine.

BIBLIOGRAPHIQUE ET WEBIOGRAPHIE

- [1] Catalogue LEGRAND 2012 ;
- [2] H. BEN AMMAR : cours choix de conducteurs et câbles, 9p ;
- [3] Isabelle ARNAUD : Eclairage industriel - Edition Décembre 2004, 12 p;
- [4] Norme NFC 15-100 : Recueil Locaux d'habitation, 117p ;
- [5] Pierre Bonnet- USTL : Introduction Matlab – Complément GUI, 7p ;
- [6] Philippe HOARAU – Dossier Technique : Le disjoncteur Magnéto-thermique ;
- [7] Roger Cadiergues : Les calculs d'éclairage, édition Avril 2009, 10p ;
- [8] Schneider Electric – Cahier technique n°172 : Les schémas des liaisons à la terre en BT (régime du neutre), 30p ;
- [9] Schneider Electric – Cahier technique n°158 : Calculs des courants de court-circuit, 35p ;
- [10] Schneider Electric - Catalogue distribution électrique 2012 ;
- [11] Schneider Electric – Guide de l'installation électrique 2010, 526p ;
- [12] Roland AUBER – Jeux de barres à basse tension 17/09/2008, 17p ;
- [13] Eclairage intérieur : Les obligations normatives et réglementations www.afe.eclairage;
- [14] Catalogue Général 9^{ème} édition www.citel.us ;
- [15] Manuel pratique de l'éclairage [zumtobel.com /fr-fr/Solution.asp](http://zumtobel.com/fr-fr/Solution.asp).

ANNEXES

Annexe 1 : calcul de l'utilances

1.08. Les utilances

	Indice	$\rho_s = 0,7$			$\rho_s = 0,5$		
	K	$\rho_a = 0,5$	$\rho_a = 0,3$	$\rho_a = 0,1$	$\rho_a = 0,5$	$\rho_a = 0,3$	$\rho_a = 0,1$
ECLAIRAGE DIRECT réflecteur alu ballon fluorescent	0,6	$U = 0,49$	$U = 0,42$	$U = 0,39$	$U = 0,46$	$U = 0,42$	$U = 0,39$
	0,8	0,58	0,51	0,48	0,54	0,51	0,48
	1,0	0,64	0,56	0,53	0,59	0,55	0,53
	1,5	0,73	0,64	0,61	0,65	0,63	0,61
	2,0	0,78	0,68	0,66	0,69	0,67	0,65
	2,5	0,81	0,71	0,69	0,72	0,70	0,69
	3,0	0,84	0,73	0,72	0,73	0,72	0,71
	5,0	0,88	0,76	0,76	0,76	0,75	0,74
ECLAIRAGE DIRECT réflecteur laqué tubes fluorescents	0,6	0,31	0,24	0,20	0,28	0,23	0,20
	0,8	0,39	0,31	0,28	0,36	0,31	0,27
	1,0	0,45	0,37	0,33	0,41	0,36	0,33
	1,5	0,56	0,46	0,43	0,50	0,45	0,42
	2,0	0,62	0,52	0,49	0,55	0,51	0,48
	2,5	0,67	0,56	0,53	0,58	0,55	0,53
	3,0	0,70	0,59	0,56	0,61	0,58	0,56
	5,0	0,76	0,65	0,63	0,65	0,64	0,62
ECLAIRAGE DIRECT luminaire encastré tubes fluorescents	0,6	0,32	0,27	0,25	0,30	0,27	0,25
	0,8	0,38	0,32	0,30	0,35	0,32	0,30
	1,0	0,42	0,36	0,34	0,38	0,36	0,33
	1,5	0,48	0,42	0,40	0,44	0,41	0,39
	2,0	0,52	0,45	0,43	0,46	0,44	0,43
	2,5	0,55	0,47	0,46	0,48	0,46	0,45
	3,0	0,57	0,49	0,47	0,49	0,48	0,47
	5,0	0,61	0,52	0,51	0,52	0,51	0,50
ECLAIRAGE SEMI-DIRECT plafonnier diffuseur tubes fluorescents	0,6	0,20	0,15	0,13	0,18	0,14	0,12
	0,8	0,26	0,20	0,17	0,23	0,19	0,16
	1,0	0,30	0,24	0,21	0,26	0,22	0,20
	1,5	0,37	0,31	0,27	0,32	0,28	0,26
	2,0	0,42	0,35	0,32	0,35	0,32	0,30
	2,5	0,45	0,38	0,35	0,38	0,35	0,33
	3,0	0,48	0,40	0,37	0,39	0,37	0,35
	5,0	0,53	0,44	0,43	0,42	0,41	0,40
ECLAIRAGE MIXTE diffuseur verre, base ouverte ou prismatique lampe à incandescence	0,6	0,37	0,30	0,26	0,33	0,28	0,24
	0,8	0,45	0,37	0,32	0,40	0,35	0,31
	1,0	0,52	0,42	0,38	0,45	0,40	0,36
	1,5	0,63	0,52	0,48	0,53	0,49	0,46
	2,0	0,69	0,58	0,54	0,59	0,55	0,51
	2,5	0,74	0,62	0,59	0,62	0,58	0,56
	3,0	0,77	0,65	0,62	0,64	0,61	0,58
	5,0	0,85	0,72	0,69	0,70	0,67	0,65
ECLAIRAGE DIRECT-INDIRECT luminaire suspendu deux tubes fluorescents	0,6	0,21	0,16	0,13	0,19	0,15	0,13
	0,8	0,28	0,22	0,19	0,24	0,20	0,18
	1,0	0,33	0,27	0,23	0,29	0,24	0,22
	1,5	0,42	0,35	0,31	0,35	0,32	0,29
	2,0	0,48	0,40	0,37	0,40	0,36	0,33
	2,5	0,53	0,44	0,41	0,43	0,39	0,37
	3,0	0,56	0,47	0,44	0,45	0,42	0,39
	5,0	0,63	0,53	0,51	0,49	0,47	0,45

Annexe 2 : Facteur de dépréciation et rendement des luminaires

LES CARACTÉRISTIQUES TYPES DES LAMPES (ordres de grandeur)

Lampes à incandescence

- . au bout de 6 mois ($\delta = 1,15$) : $\delta/\eta = 1,20$
- . au bout de 12 mois ($\delta = 1,25$) : $\delta/\eta = 1,30$
- . au bout de 18 mois ($\delta = 1,32$) : $\delta/\eta = 1,40$

Tubes fluorescents

- . au bout de 6 mois ($\delta = 1,15$) : $\delta/\eta = 1,30$
- . au bout de 12 mois ($\delta = 1,25$) : $\delta/\eta = 1,40$
- . au bout de 18 mois ($\delta = 1,32$) : $\delta/\eta = 1,45$

Lampes fluocompactes

- . au bout de 6 mois ($\delta = 1,15$) : $\delta/\eta = 1,30$
- . au bout de 12 mois ($\delta = 1,25$) : $\delta/\eta = 1,40$
- . au bout de 18 mois ($\delta = 1,32$) : $\delta/\eta = 1,45$

LES CARACTÉRISTIQUES TYPES DES LUMINAIRES (ordres de grandeur)

Réflecteur laqué blanc sans grille, ou émaillé ($\eta = 0,7$)

- . au bout de 6 mois ($\delta = 1,15$) : $\delta/\eta = 1,65$
- . au bout de 12 mois ($\delta = 1,20$) : $\delta/\eta = 1,70$

Réflecteur laqué blanc avec grille ($\eta = 0,55$)

- . au bout de 6 mois ($\delta = 1,25$) : $\delta/\eta = 2,30$
- . au bout de 12 mois ($\delta = 1,35$) : $\delta/\eta = 2,50$

Plafonnier diffuseur ($\eta = 0,5$)

- . au bout de 6 mois ($\delta = 1,35$) : $\delta/\eta = 2,70$
- . au bout de 12 mois ($\delta = 1,50$) : $\delta/\eta = 3,00$

Projecteur étanche ($\eta = 0,35$)

- . au bout de 6 mois ($\delta = 1,15$) : $\delta/\eta = 3,30$
- . au bout de 12 mois ($\delta = 1,20$) : $\delta/\eta = 3,40$

Annexe 3 : Régime de neutre

	Schéma TT	Schéma TN	Schéma IT
Principe Général	Détection d'un courant de défaut passant par la terre et coupure de l'alimentation par dispositif à courant différentiel	Le courant de défaut est transformé en courant de court-circuit coupé par les dispositifs de protection contre les surintensités, les masses sont maintenues sous un seuil de potentiel non dangereux	La maîtrise du courant du 1 ^{er} défaut à une valeur très faible, limite la montée en potentiel des masses, il n'y a alors pas nécessité de coupure
Avantages	<ul style="list-style-type: none"> - Simplicité (peu de calculs à l'installation) - Extension sans calcul des longueurs - Courants de défaut faibles (sécurité contre l'incendie) - Peu de maintenance (sauf test régulier des différentiels) - Sécurité des personnes en cas d'alimentation d'appareils portatifs ou de mise à la terre déficiente (avec différentiels 30 mA) - Fonctionnement sur source à I_d présumé réduit (groupe électrogène) 	<ul style="list-style-type: none"> - Coût réduit (les protections sont utilisées pour les courants de défaut et pour les surintensités) - La prise de terre n'a pas d'influence sur la sécurité des personnes - Faible susceptibilité aux perturbations (bonne équipotentialité, neutre relié à la terre) - Peu sensible aux courants de fuite élevés (appareils chauffants, à vapeur, informatiques) 	<ul style="list-style-type: none"> - Continuité de service (pas de coupure au 1^{er} défaut) - Courant de 1^{er} défaut très faible (protection contre l'incendie) - Courant de défaut peu perturbateur - Fonctionnement sur sources à I_d présumé réduit (groupe électrogène) - Alimentation de récepteurs sensibles aux courants de défaut (moteurs)
Inconvénient 5	<ul style="list-style-type: none"> - Pas de sélectivité différentielle si dispositif unique en tête d'installation - Nécessité de différentiels sur chaque départ pour obtenir la sélectivité horizontale (coût) - Risque de déclenchements intempestifs (surtensions) - Interconnexions des masses à une seule prise de terre (installations étendues) ou différentiel nécessaire par groupe de masses 	<ul style="list-style-type: none"> - Courants de défauts élevés (génération de perturbations et risques d'incendie particulièrement en TN-C) - Nécessité de calculs de lignes précis - Risque en cas d'extensions de rénovation ou d'utilisations non maîtrisées (personnel compétent) 	<ul style="list-style-type: none"> - Coût d'installation (neutre protégé, CPL, para surtenseurs) - Coût d'exploitation (personnel compétent, localisation des défauts) - Sensibilité aux perturbations (mauvaise équipotentialité avec la terre) - Risques au 2^{ème} défaut : <ul style="list-style-type: none"> - surintensités de court-circuit - perturbations (montée en potentiel de la terre)
Commentair e	<ul style="list-style-type: none"> - Parafoudres conseillés si distribution aérienne - Possibilité de relier la prise de terre de l'alimentation et celle des masses si transformateur HTA/BT privé (vérifier pouvoir de coupure des différentiels) - Nécessité de gérer les équipements à courants de fuite élevés (séparation, îlotage) - Importance de l'établissement et de la pérennité des prises de terre (sécurité des personnes) - Prévoir des vérifications périodiques des valeurs des terres et des seuils de déclenchement des différentiels 	<ul style="list-style-type: none"> - La vérification des conditions de protection doit être effectuée : à l'étude (calcul), à la mise en service, périodiquement et en cas de modification de l'installation - La vérification pratique nécessite un matériel de test spécifique (mesure de I_d en bout de ligne) 	<ul style="list-style-type: none"> - La signalisation du 1^{er} défaut est obligatoire et sa recherche doit être immédiatement entreprise - La situation de 2^{ème} défaut doit être évitée compte tenu de ses risques <ul style="list-style-type: none"> - Protection par parafoudres - indispensable (risque de montée en potentiel de la terre) - Il est conseillé de limiter l'étendue des installations IT au strict nécessaire (îlotage)

Annexe 4 : coefficient de correction des jeux de barres

Coefficient de nombre	K1	1	→ 1 Barre. Pour n barres en parallèle
Coefficient de nature du métal	K2	1.26 1 1.02	→ Cuivre → Aluminium au titre de 99% (A4) → Aluminium au titre de 99,5% (A5/L)
Coefficient d'état de surface	K3	1 1.12	→ Barres non peintes → Barres peintes
Coefficient de position	K4	1 0.75	→ Barres sur chant → Barres à plat
Coefficient d'atmosphère	K5	1 1.1 1.2	→ Atmosphère calme → Calme mais non confinée → A l'extérieur
Coefficient de nature du courant Courant continu Courant alternatif pour 1 barre <200x20 barres en parallèle	K6	1 2 3 4 5	→1 →1 →0.98 →0.95 →0.94
Coefficient d'échauffement	K7	30°C 35°C 40°C 45°C 50°C	→0.86 →0.93 →1 →1.07 →1.14
Coefficient de température ambiante	K8	30°C 35°C 40°C 45°C 50°C	→1.0284 →1.0186 →1.0092 →1 →0.9910

Annexe 5 : Dimensionnement des jeux de barres

Tableau 1 – Valeurs de base des intensités admissibles <i>I</i> (en ampères) dans les barres de cuivre															
Épaisseur (mm)	Nature du courant (1)	Hauteur (mm)													
		10	12,5	16	20	25	31,5	40	50	63	80	100	125	160	200
2	CC	109	132	162	196	237	290	357	433						
	CA	109	132	162	196	237	290	357	433						
3,15	CC				251	303	368	452	548	670					
	CA				251	303	368	452	548	670					
4	CC				287	345	419	514	622	760	935				
	CA				287	345	419	514	622	760	935				
5	CC				326	391	473	580	700	855	1 051	1 275	1 550		
	CA				326	391	473	580	700	855	1 051	1 275	1 531		
6,3	CC							658	794	966	1 186	1 439			
	CA							658	794	966	1 186	1 422			
8	CC					513	618	752	905	1 099	1 347	1 631	1 978	2 452	
	CA					513	618	752	905	1 099	1 331	1 577	1 893	2 295	
10	CC					588	705	854	1 025	1 243	1 519	1 837	2 224	2 754	3 755
	CA					588	705	854	1 025	1 228	1 469	1 738	2 082	2 520	3 357
12,5	CC						807	973	1 165	1 405	1 717	2 072	2 505	3 096	
	CA						807	973	1 151	1 358	1 624	1 917	2 267	2 768	

(1) CC : courant continu ; CA : courant alternatif.

Annexe 6 : Détermination de la lettre de sélection et les facteurs de correction K1, K2, K3

Tableau 1 détermination de la lettre de sélection

Type d'élément conducteur	Mode de pose	Lettre de sélection
Conducteurs et câbles multiconducteur	- sous conduit, profilé ou goulotte, apparent ou encastré	B
	- sous vide de construction, faux plafond	
	- sous caniveau, moulures, plinthes, chambranles	C
Câbles multiconducteurs	- en apparent contre mur ou plafond	
	- sur chemin de câble ou tablettes non perforées	E
	- sur échelle, corbeaux, chemin de câbles perforé	
Câbles monoconducteur	- fixé en apparent, espacés de la paroi	F
	- câbles suspendus	
	- sur échelle, corbeaux, chemin de câbles perforé	

Tableau 2 détermination du facteur de correction K1

Lettre de sélection	Cas d'installation	K1
B	- câbles dans des produits encastrés directement dans des matériaux thermiquement isolants	0,70
	- conduits encastrés dans des matériaux thermiquement isolants	0,77
	- câbles multiconducteurs	0,90
	- vide de construction et caniveaux	0,95
C	- sous plafond	0,95
B, C, E, F	- autres cas	1

Tableau 3 Détermination du facteur de correction K2

Lettre de sélection	Disposition des câbles jointifs	Nombre de circuits ou de câbles multiconducteurs									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	12
B, C	encastré ou noyé dans les parois	1,00	0,80	0,70	0,65	0,60	0,57	0,54	0,52	0,50	0,45
C	simple couche sur les murs ou sur les planchers ou tablettes non perforées	1,00	0,85	0,79	0,75	0,73	0,72	0,72	0,71	0,70	0,70
	simple couche au plafond	0,95	0,81	0,72	0,68	0,66	0,64	0,63	0,62	0,61	0,61
E, F	simple couche sur des tablettes horizontales perforées ou tablettes verticales	1,00	0,88	0,82	0,77	0,75	0,73	0,73	0,72	0,72	0,72
	simple couche sur des échelles à câbles, corbeaux, etc.	1,00	0,87	0,82	0,80	0,80	0,79	0,79	0,78	0,78	0,78

nota : lorsque les câbles sont disposés en plusieurs couches, appliquer un facteur de correction de :

nombre de couches	2	3	4 ou 5	6 à 8	9 et +
facteur de correction	0,8	0,73	0,7	0,68	0,66

Tableau 4 Détermination du facteur de correction K3

température ambiante en °C	Nature de l'isolant		
	élastomère (caoutchouc)	polychlorure de vinyle (PVC)	polyéthylène réticulé (PR) butyle, éthylène, propylène (EPR)
10	1,29	1,22	1,15
15	1,22	1,17	1,12
20	1,15	1,12	1,08
25	1,07	1,07	1,04
30	1,00	1,00	1,00
35	0,93	0,93	0,96
40	0,82	0,87	0,91
45	0,71	0,79	0,87
50	0,58	0,71	0,82
55		0,61	0,76
60		0,50	0,71

Annexe 7 : Intensités normalisées en A et détermination de la section minimale des conducteurs

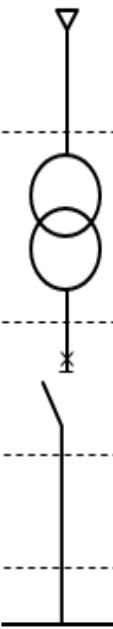
Intensités normalisées en A

1 - 2 - 3 - 5 - 10 - 16 - 20 - 25 - 32 - 40 - 50 - 63 - 70 - 80 - 100 - 125 - 160 - 200 - 250 - 320 - 400 - 500

Tableau 5 Détermination de la section minimale des conducteurs

		isolant et nombre de conducteurs chargés (3 ou 2)								
		caoutchouc ou PVC			butyle ou PR ou éthylène PR					
Lettre de sélection	B	PVC 3	PVC 2		PR 3		PR 2			
	C		PVC 3		PVC 2	PR 3		PR 2		
	E			PVC 3		PVC 2	PR 3		PR 2	
	F				PVC 3		PVC 2	PR 3		PR 2
Section cuivre (mm ²)	1,5	15,5	17,5	18,5	19,5	22	23	24	26	
	2,5	21	24	25	27	30	31	33	36	
	4	28	32	34	36	40	42	45	49	
	6	36	41	43	48	51	54	58	63	
	10	50	57	60	63	70	75	80	86	
	16	68	76	80	85	94	100	107	115	
	25	89	96	101	112	119	127	138	149	161
	35	110	119	126	138	147	158	169	185	200
	50	134	144	153	168	179	192	207	225	242
	70	171	184	196	213	229	246	268	289	310
	95	207	223	238	258	278	298	328	352	377
	120	239	259	276	299	322	346	382	410	437
	150		299	319	344	371	395	441	473	504
	185		341	364	392	424	450	506	542	575
	240		403	430	461	500	538	599	641	679
	300		464	497	530	576	621	693	741	783
	400					656	754	825		940
	500					749	868	946		1083
	630					855	1005	1088		1254
Section aluminium (mm ²)	2,5	16,5	18,5	19,5	21	23	25	26	28	
	4	22	25	26	28	31	33	35	38	
	6	28	32	33	36	39	43	45	49	
	10	39	44	46	49	54	59	62	67	
	16	53	59	61	66	73	79	84	91	
	25	70	73	78	83	90	98	101	108	121
	35	86	90	96	103	112	122	126	135	150
	50	104	110	117	125	136	149	154	164	184
	70	133	140	150	160	174	192	198	211	237
	95	161	170	183	195	211	235	241	257	289
	120	186	197	212	226	245	273	280	300	337
	150		227	245	261	283	316	324	346	389
	185		259	280	298	323	363	371	397	447
	240		305	330	352	382	430	439	470	530
	300		351	381	406	440	497	508	543	613
	400					526	600	663		740
	500					610	694	770		856
	630					711	808	899		996

Annexe 8 : Calcul de courant de court-circuit selon la méthode des impédances

		Résistances	Réactances
	Réseau amont 20kV	$R_a = 0,10 X_a$	$X_a = 0,95 Z_a$
	Transformateur	$R_{tr} = \frac{P_{cu}}{3 \times I_n^2}$	$X_{tr} = \sqrt{Z_{tr}^2 - R_{tr}^2}$
	Disjoncteur	Négligeable	$X_d = 0,15 \text{ m}\Omega / \text{pôle}$
	Liaison	$R = \rho \frac{L}{S}$	$X_L = 0,08 \text{ m}\Omega / \text{m}$
	Jeu de barres	$R = \rho \frac{L}{S}$	$X_{JDB} = 0,15 \text{ m}\Omega / \text{m}$
$I_{k3} = \frac{\text{c.m. } U_n}{\sqrt{3} \sqrt{(\Sigma R)^2 + (\Sigma X)^2}}$			

Nom : RAKOTOARISOA
Prénoms : Rijatiana Ginnot
Adresses : Lot III A 23 Bis ARIVONIMAMO NORD
Téléphone : 0329401686 / 0347343699
Mail : rakotoarisoarijatianaginnot@gmail.com

THEME DU MEMOIRE

INSTALLATIONS ELECTRIQUES DANS UNE USINE DE PRODUCTION INDUSTRIELLE DU YAOURT

Nombre de pages : 47

Nombre de figures : 17

RESUME

Ce rapport présente les étapes de réalisation d'une installation électrique d'une usine de production industrielle du yaourt. D'abord, la connaissance des puissances de chaque récepteur de l'usine permet de dimensionner la source de transformation, puis les calculs des sections de câbles et des courants de court-circuit facilitent le choix de calibre et le pouvoir de coupure de l'appareil de protection. En fin, le logiciel my ecodial-L aide à la conception d'installation électrique conforme aux normes NFC 15-100 et les règlements de sécurité.

Mots clés : Bilan de puissances, installation électrique, norme NFC 15-100, my ecodial-L, interface graphique.

ABSTRACT

This report presents the phases of realization an electric installation of a factory of industrial production of yoghourt. Initially, the knowledge of the powers of each receiver of the factory makes it possible to dimension the source of transformation, then calculations of the sections of cables and the currents of short-circuit facilitate the choice of gauge and the breaking capacity of the apparatus of protection. In end, the software my ecodial-L assistance with the design of this electric installation conforms to standards NFC 15-100 and the safety regulations.

Key words : Assessment of powers, electric installation, standard NFC 15-100, my ecodial-L, graphic interface

Rapporteur : Monsieur RAKOTOARISOA Rijatiana Ginnot