UNIVERSITE SIDI MOHAMMED BEN ABDELLAH
FACULTE DES SCIENCES ET TECHNIQUES FES
DEPARTEMENT DE GENIE ELECTRIQUE

LICENCE SCIENCES ET TECHNIQUES
Génie Electrique

RAPPORT DE FIN D'ETUDES

Intitulé :

REALISATION D'UNE ARMOIRE ELECTRIQUE POUR COMMANDER LE CYCLE DE LA LIGNE DE VERRE DANS L'USINE AIN SOLTANE

Réalisé Par :

Tazi Kamiliae
Ourraoui Imane

Encadré par :

Pr. Ahaitouf Ali (FST FES)
Mr. Ouahine Alae (AIN SOLTANE)

Soutenu le 09 Juin 2017 devant le jury

Pr. Ahaitouf Ali (FST FES)

Pr. Jorio Mohammed (FST FES)

Pr. El Markhi Hassane(FST FES)

Dédicaces

Au nom de Dieu, le plus Clément, le plus Miséricordieux Nous dédions ce projet de fin d'études en témoignage de notre gratitude et de tous nos respect à :

Nos parents pour toute l'affection, tous les sacrifices, les prières et les encouragements qu'ils n'ont pas cessé de nous prodiguer tout au long de nos études.

A nos familles, nos amis, et tous nos proches qui n'ont pas cessés de nous souhaiter le bonheur et le réussi.

A tous ceux qui nous ont soutenus tout au long De ce projet.

A notre encadrant Pr Ali Ahaitouf et à nos enseignants.

Tazi Kamiliae

&

Ourraoui Imane

Remerciement

Nous voulons exprimer par ces quelques lignes de remerciements notre gratitude envers tous ceux en qui, par leurs présence, leurs soutien, leurs disponibilité et leurs conseils nous avons trouvé courage afin d'accomplir ce projet.

On tient à remercier notre tuteur enseignant, Mr ***AHAITOUF ALI*** *qui, par son expérience, son amabilité et sa tolérance, a guidé notre projet durant toute la période de notre stage. On le remercie aussi pour sa qualité d'écoute, ses conseils professionnels et personnels, sa disponibilité, sa patience et sa bonne humeur.*

On adresse également nos remerciements à l'ensemble du personnel de l'entreprise AIN SOLTANE , pour son accueil et son ambiance, particulièrement Mr ***Alae Ouahnine****, notre maitre de stage avec qui on a partagé des moments d'échanges si sincères qu'ils nous ont permis, à partir de la confiance développée, de mieux comprendre nos objectifs respectifs au service bureau d'études.*

En fin nous remercions les membres du jury ***Pr. Ahaitouf Ali , Pr.Jorio Mohammed et Pr. El Markhi Hassane*** *pour nous avoir honorés en acceptant d'évaluer et de juger ce travail.*

Table des matières

DEDICACES 2
REMERCIEMENT 3
LISTE DES FIGURES 6
LISTE DES TABLEAUX 6
INTRODUCTION GENERALE 8
CHAPITRE 1 :L'ORGANISMME D'ACCEUIL 9
I. INTRODUCTION 10
II. PRESENTATION DE L'USINE AIN SOLTANE 10
1. FICHE TECHNIQUE : 10
2. ORGANIGRAMME 11
3. PRESENTATION DES LIGNES DE PRODUCTION : 11
4. GAMME DE PRODUITS DE LA SOCIETE : 11
5. DIAGRAMMES DE FLUX DES LIGNES DE PRODUCTION : 12
III. CONTEXTE PEDAGOGIQUE DU PROJET : 13
1. LES ACTEURS DU PROJETS : 13
1.1 MAITRE D'OUVRAGE 13
1.2 MAITRES D'ŒUVRE 13
2. OBJET DU PROJET : 13
IV. CONCLUSION : 13
CHAPITRE 2 :DOSSIER D'ANALYSE 14
I. INTRODUCTION : 15
II. ETUDE DE L'EXISTANT : 15
1. DESCRIPTION DE L'EXISTANT : 15
2. CRITIQUE DE L'EXISTANT 19
3. SOLUTION PROPOSEE : 19
III. CONCLUSION : 20
CHAPITRE 3 :LES SCHEMAS ELECTRIQUES ET LE CHOIX DU MATERIEL 21
I. INTRODUCTION 22
II. LES SCHEMAS ELECTRIQUES : 22
1. LES COMPOSANTS DU CIRCUIT DE PUISSANCE : 22
2. LES COMPOSANTS DU CIRCUIT DE COMMANDE : 24
3. LES SCHEMAS DE PUISSANCE ET DE COMMANDE : 24
III. LE CHOIX DU MATERIEL 27
1. DETERMINATION DE LA SECTION DES CABLES : 27
1.1 DEMARCHE : 27
1.2 CALCUL DU COURANT D'EMPLOI : 29

1.3 LE COURANT ADMISSIBLE : 30
1.4 LA SECTION MINIMALE DES CABLES : 32
1.5 LA CHUTE DE TENSION : 32
1.6 LE COURANT DE COURT CIRCUIT : 32
2. LE CHOIX DU DISJONCTEUR 36
2.1 LES CRITERES DE CHOIX D'UN DISJONCTEURS : 36
3. CHOIX DU RELAIS THERMIQUE : 36
4. LA LISTE DES ACHAT DES MATERIELS 37
4.1 LES DISJONCTEURS ET LES RELAIS THERMIQUES : 37
4.2 LES CABLES ELECTRIQUES : 38
IV. CONCLUSION : 39
CONCLUSION GENERALE 40
REFERENCES : 41
ANNEXE1 42
ANNEXE 2 45

Liste des figures

Figure 1:l'Organigramme de l'entreprise 11
Figure 2:le diagramme de flux de production 12
Figure 3:La machines de rinçages des bouteilles 15
Figure 4:Le convoyeur 16
Figure 5:La remplisseuse 16
Figure 6:La capsculeus et l'élévateur des capsules 17
Figure 7:La dateuse 17
Figure 8:La marqueuse de la douane 18
Figure 9:Les schémas de puissances des machines du cycle de la ligne de verre 18
Figure 10: L'armoire électrique et l'automate 19
Figure 11: le disjoncteur 22
Figure 12 : le sectionneur porte fusible 22
Figure 13: le contacteur 23
Figure 14: le relais thermique 23
Figure 15: le moteur 23
Figure 16: le transformateur 24
Figure 17:Les schémas de puissance 25
Figure 18:schémas de commande et de puissance 26
Figure 19:schémas de commande des convoyeurs 26
Figure 20:Les schémas de commande 27
Figure 21:le schéma de l'installation électrique 28
Figure 22:DEMARCHE POUR LE CALCUL DE LA SECTION 28

Liste des tableaux

Tableau 1:Fiche technique de la société AIN SOLTANE 10
Tableau 2:La gamme des produits de AIN SOLTANE 12
Tableau 3:les calibres normalisés des disjoncteurs 30
Tableau 4:La chute de tension 32

Tableau 5:La résistance, la réactance et l'impédance du transformateur 33
Tableau 6:Le court circuit en aval q1 34
Tableau 7:Le courant de circuit en avale Qi 35
Tableau 8:Choix du relais thermique 37
Tableau 9:La liste des achats des disjoncteurs et des relais thermique 38
Tableau 10:La liste des achats des câbles 38
Tableau 11:La lettre d selection 42
Tableau 12:Détermination du coefficient de correction K1 42
Tableau 13:Détermination du coefficient de correction K2 42
Tableau 14:Détermination du coefficient de correction K3 43
Tableau 15: La section des cables 43
Tableau 16: La chute de tension 44
Tableau 17: Les courbes de declenchement 45
Tableau 18: La plaque signaletique du transformateur 45

Introduction générale

L'obtention du diplôme Licence en sciences et techniques au sein de la faculté des sciences et technique de Fès est assujettie la réalisation d'un projet, au terme duquel l'étudiant est appelé à effectuer un stage ou projet de fin d'études dans un milieu socio-économique (société, entreprise...).
D'un autre côté, le stage permettra aux étudiants de mettre en pratique leurs formations académiques, de consolider leurs connaissances techniques et de s'initier au marché du travail.
C'est dans ce cadre que nous avons effectué un stage de deux mois dans la société Ain soltane(ALKARAMA), notre mission dans ce stage est de réaliser une armoire électrique de commande pour la ligne de verre. Les bouteilles de verre d'eau ne sont pas fabriquées au sein d'Ain Soltane ,elles sont commandées chez un prestataire. Les bouteilles passent par un cycle appelé « ligne de verre ». Toutes les machines intervenant dans ce cycle sont contrôlées par une armoire électrique programmée par un automate.
Ce rapport s'articule autour de trois chapitres :

- → Dans le premier chapitre, nous présentons, en premier lieu l'organisme d'accueil, en deuxième lieu, nous déterminerons le cadre générale du notre projet de fin d'études.

- → Le deuxième chapitre consiste à faire une analyse et une étude de l'existant. Nous allons d'abord déterminer les problèmes qui se posent au niveau de la ligne de verre, ensuite nous allons proposer des solutions pour les résoudre.

- → Pour le troisième chapitre, nous allons appliquer les solutions proposées. En premier lieu nous allons proposer les circuits de commande et de puissance pour contrôler la ligne de verre, ensuite nous allons choisir et lister le matériel pour construire la nouvelle armoire électrique.

CHAPITRE 1 :

Présentation de l'organisme d'accueil

I. Introduction

Dans ce premier chapitre, nous présentons l'entreprise d'accueil, sa structure interne ainsi que son domaine d'activité, ses unités de production et aussi le processus d'embouteillage de l'eau minérale de la source naturelle. Ensuite, nous présenterons le contexte pédagogique du projet.

II. Présentation de l'usine AIN SOLTANE

Ain Soltane est une société d'agroalimentaire du groupe Ynna Holding, elle a vu le jour en 2007 lancée par la société « Les eaux minérales Al KARAMA ».
L'usine se trouve dans la ville d'Imouzzer kander, à 30 Km de la ville d'Ifrane et à 30Km de Fès. Elle est implantée sur une superficie de deux hectares et exploite l'eau naturelle de la source « Ain Soltane ».
Ain Soltane a fait appel à des équipementiers internationaux et des spécialistes de l'industrie de l'embouteillage de l'eau minérale, pour mettre sur pied une usine selon les standards internationaux.
Dans le cadre de l'amélioration continue de sa démarche qualité, Ain Soltane veille toujours à mettre en place des procédures pour satisfaire les exigences du marché, fidéliser ses clients, et améliorer la réactivité de son personnel. Ain Soltane est maintenant certifiée de deux normes internationales : ISO 14001 et ISO 9001

1. Fiche technique :

Ain Soltane (AL KARAMA)	
Repères historiques	
Création	2007
Généralités	
Fondateur	Miloud Chaâbi
Raison sociale	AL KARAMA société des eaux minérales
Objet social	L'embouteillage et le conditionnement d'eaux naturelles
Statut juridique	Société anonyme
Siège social	GPC MOHAMMADIA ROUTE COTIERE N° 111
Société mère	Ynna Holding
Slogan	Ain Soltane, légère…Naturellement
Site web	www.ainsoltane.com
Identification fiscale	1033108
Adresse	IMOUZZER DU KANDER AIN SOLTAN
Tel	05 23 32 77 50
Fax	05 23 32 77 45
Données financières	
Capital	37000000 DH

TABLEAU 1:FICHE TECHNIQUE DE LA SOCIETE AIN SOLTANE

2. Organigramme

L'entreprise compte plus de 60 personnes, dont 7 cadres de management, 10 techniciens, et 43 opérateurs. L'organigramme suivant (figure 2) est une vue d'ensemble de la structure hiérarchique de l'entreprise :

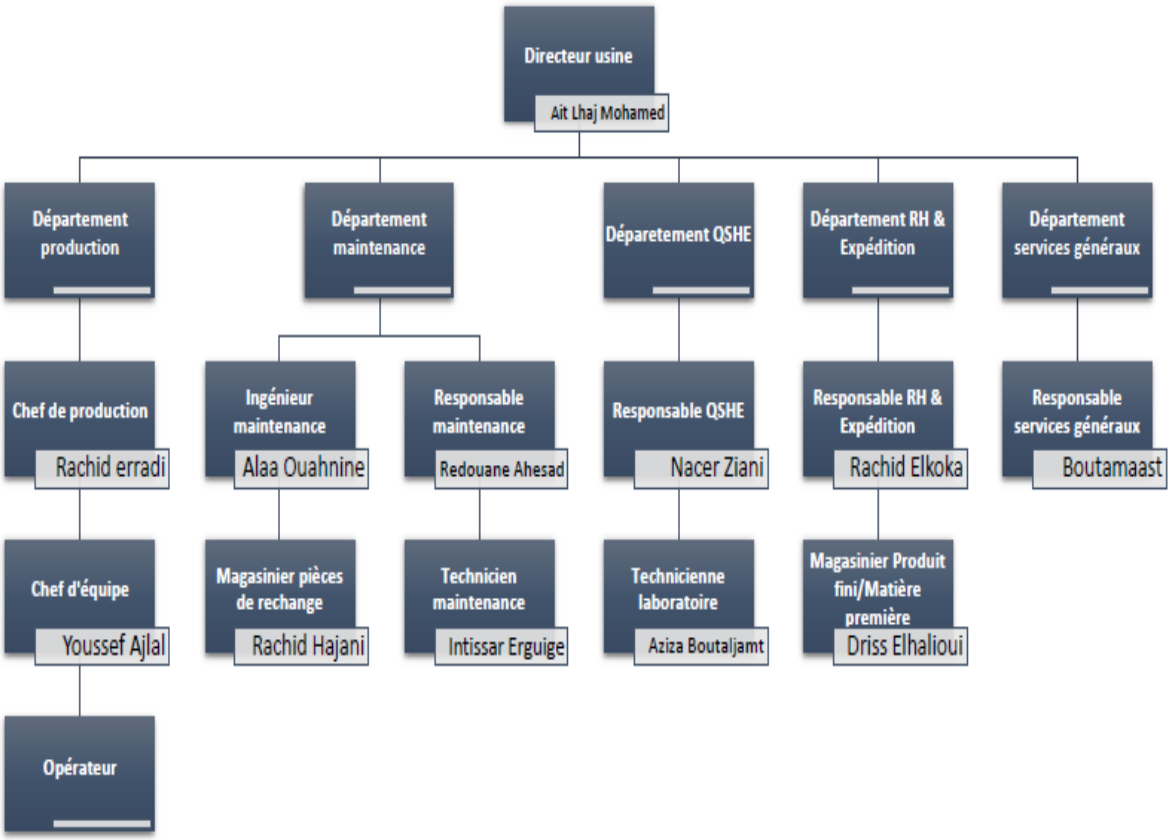

FIGURE 1:L'ORGANIGRAMME DE L'ENTREPRISE

3. Présentation des lignes de production :

L'usine possède trois lignes de production dont la première ligne est dédiée pour les formes 0.33 cl, 0.5 l, et 1.5 l, par contre la deuxième ligne est réservée uniquement pour la forme 5 L, et finalement la troisième ligne (la ligne de verre) concerne la forme 0.75 l.

4. Gamme de produits de la société :

L'activité principale de la société se limite dans l'embouteillage, le conditionnement et la distribution de l'eau minérale naturelle de la source. Les différents produits de la société sont illustrés dans le tableau n°2, suivant :

Ligne	Format	Pack	Palette	Photos
Ligne 1	0.33 L	12 bouteilles	220 packs	
	0.5 L	12 bouteilles	154 packs	
	1.5 L	6 bouteilles	125 packs	
Ligne 2	5 L	2 bouteilles	84 packs	
Ligne 3	0.75 L	12 bouteilles	56 packs	

TABLEAU 2:A GAMME DES PRODUITS DE AIN SOLTANE

5. Diagrammes de flux des lignes de production :

Le diagramme suivant illustre le flux de la ligne de production :

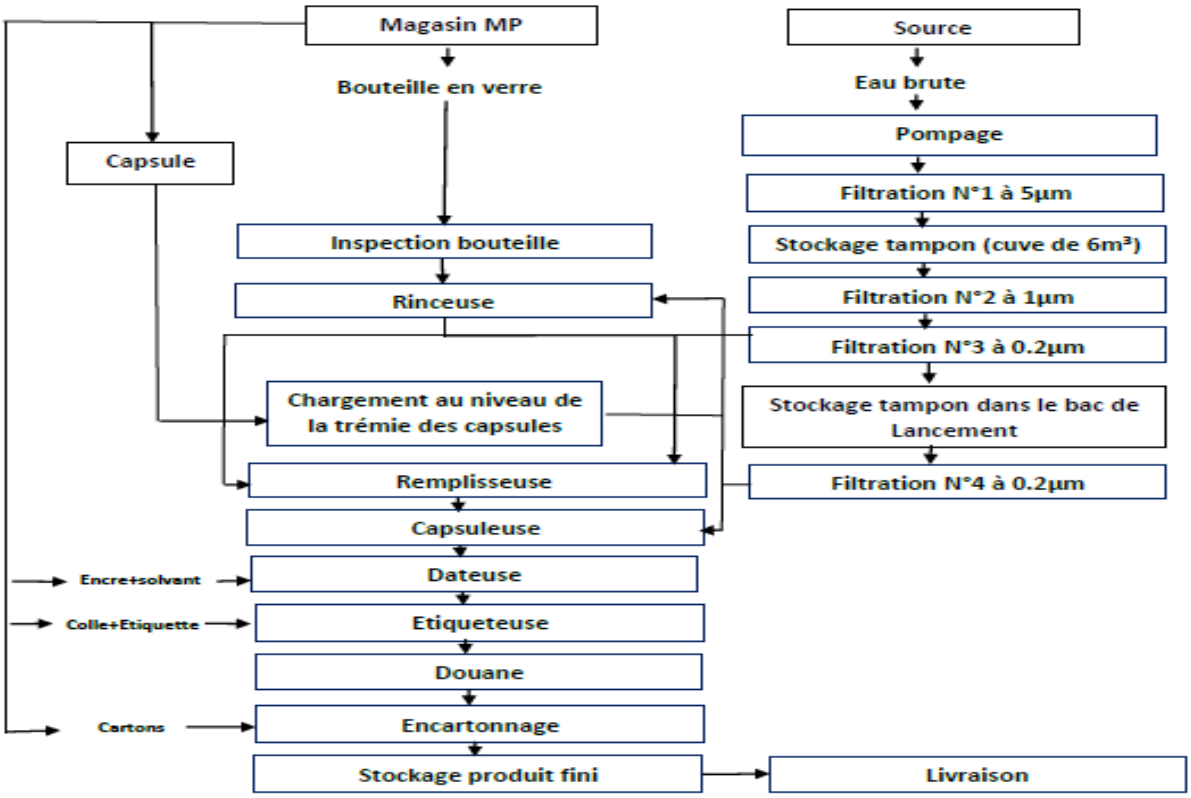

FIGURE 2:LE DIAGRAMME DE FLUX DE PRODUCTION

III. Contexte pédagogique du projet :

1. Les acteurs du projets :

1.1 Maitre d'ouvrage

L'entreprise d'agroalimentaire, Ain soltane (Alkarama), dont l'activité principale est l'embouteillage et le conditionnement de l'eau naturelle minérale de la source.

1.2 Maitres d'œuvre

La faculté Des Sciences Et techniques De Fès, représentée par TAZI Kamiliae et OURRAOUI Imane, étudiantes en LST Génie Electrique.

- Parrain pédagogique : M.AHAITOUF Ali
- Parrain industriel :M.OUAHNINE Alae

2. Objet du projet :

Notre projet de fin d'études, effectué au sein de la société Ain soltane des eaux minérales, a en premier lieu comme objectif, de découvrir le monde du travail et de l'entreprise, ainsi que de mettre en pratique nos connaissances acquises à fin de sortir de situations complexes. Aussi d'évaluer nos compétences en résolution des problèmes qui peuvent être liées au monde socio professionnel et en particulier au domaine électrique.
En deuxième lieu , et comme ce stage est dans le cadre des études, il constitue par la rédaction d'un rapport, un premier apprentissage d'envergure à la recherche documentaire et l'initiation à la rédaction scientifique, sollicitant ainsi nos capacité d'analyse, d'esprit critique et de synthèse.
Enfin, l'objectif technique de notre stage du projet de fin d'étude est de réaliser une armoire électrique pour pouvoir commander et contrôler les machines de la ligne de verre.

IV. Conclusion :

Ce chapitre fut une présentation de l'entreprise Ain Soltane (fiche technique , organigramme, gamme de produits),ainsi que le déroulement et les différentes tâches effectuées durant notre stage du projet de fin d'études.
Dans le chapitre suivant nous entamons l'étude et l'analyse de l'existant.

Chapitre 2 :
Dossier d'analyse

I. Introduction :

Ce chapitre consiste à faire une étude sur le fonctionnement de la ligne de verre afin de relever les problèmes qui se posent au niveau de la production ,et de proposer une solution efficace.

II. Etude de l'existant :

1. Description de l'existant :

Une bouteille de verre d'eau au sein d'Ain Soltane holding passe par un cycle appelé « Ligne de verre ».
La mise en bouteille des eaux minérales passe par plusieurs étapes, illustrées ci-dessous, depuis la réception de la matière première jusqu'à la livraison du produit fini.

➢ Rinceuse :

La rinceuse sert à rincer les bouteilles neuves avant le remplissage. Le rinçage s'effectue à l'intérieur de la bouteille sans mouiller pour autant l'extérieur ce qui évite des problèmes lors de l'étiquetage. on injecte de l'eau rendue stérile par un système de filtration à membranes. Par cette simple opération, on enlève de la bouteille les éventuels grains de poussière, les petits fragments de carton, et les traces d'humidité dues à la condensation.
La figure ci-dessous présente la machine de rinçage des bouteilles :

FIGURE 3:LA MACHINES DE RINÇAGES DES BOUTEILLES

➢ Le convoyeur :

Transporte les bouteilles de l'eau tout au long des étapes des processus.
La figure suivante montre le convoyeur :

FIGURE 4:LE CONVOYEUR

- La remplisseuse :

Lors de cette étape la bouteille est remplie d'eau, à partir d'une étoile de manutention vers une autre équipée d'électrovannes, pendant un tour de cette dernière la bouteille se remplie complètement et passe à la bouchonneuse.
La figure 5 montre la remplisseuse :

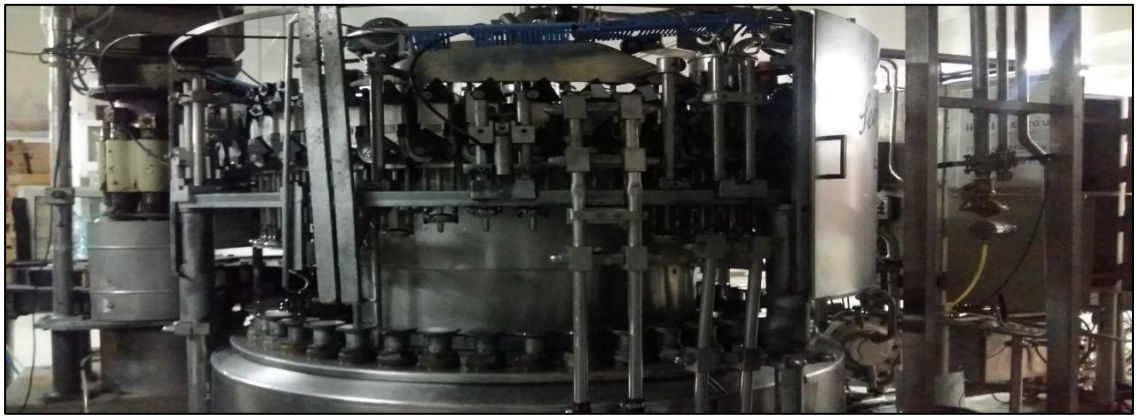

FIGURE 5:LA REMPLISSEUSE

- Le bouchage :

A côte de la bouchonneuse on trouve une trémie qui a pour rôle d'alimenter la machine par des bouchons qui sont chargés par un opérateur lorsque le seuil est atteint. A l'aide d'un souffleur positionné sur la partie haute de l'élévateur de la trémie les bouchons sont poussés vers le système de bouchage lié à la machine.
Une fois l'opération de bouchage et terminée les bouteilles sont mises sur un convoyeur qui assure leurs déplacement vers le sécheur.
Les figures suivantes présentent la capsuleuse et l'élévateur des capsules :

FIGURE 6:LA CAPSCULEUSE ET L'ELEVATEUR DES CAPSULES

- Le datage :

Grâce à une cellule photoélectrique les bouteilles sont datées à l'aide d'une encre injectée automatiquement par la dateuse sur la partie supérieure en mentionnant la date de production et la date d'expiration.

- P:jour/mois/année heure
- E:jour/mois/année

La figure suivante montre la dateuse :

FIGURE 7:LA DATEUSE

- L'étiquetage et la mise en carton :

L'étiquetage et la mise en carton se font d'une manière manuelle.

- Marquage en douane :

Après l'étiquetage , les bouteilles passent par un système de marquage qui permet de jeter une encre sur le bouchon portant un code de douane.

La figure ci-dessous présente la machine de marquage de la douane :

FIGURE 8:LA MARQUEUSE DE LA DOUANE

Tous les matériels intervenant dans ce cycle sont contrôlés par une armoire électrique qui contient un disjoncteur principal ,relié à plusieurs disjoncteurs qui sont reliés à leur tour a des sectionneurs puis à des contacteurs et pour finir à des moteurs.
La figure ci-dessous résume le schéma de puissance de chaque machine intervenant dans ce cycle :

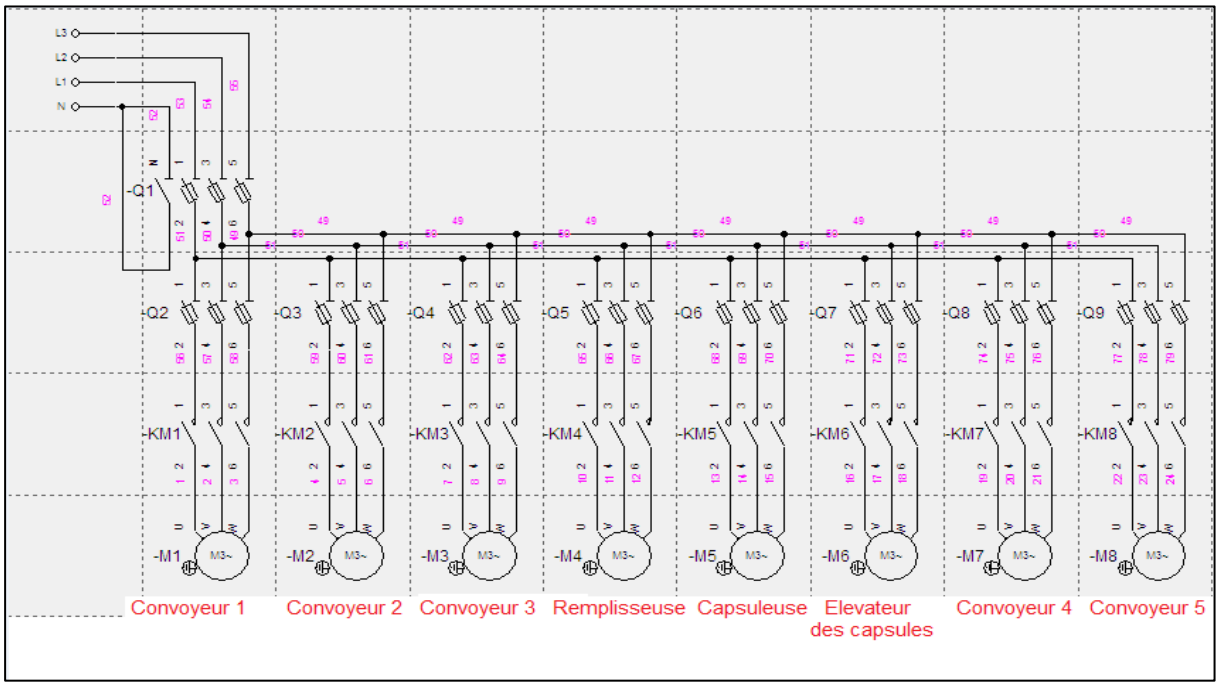

FIGURE 9:LES SCHEMAS DE PUISSANCES DES MACHINES DU CYCLE DE LA LIGNE DE VERRE

Cette armoire électrique est programmée par un automate qui a pour rôle de contrôler et de commander les machines.
Les figures suivantes montrent l'automate et l'armoire électrique :

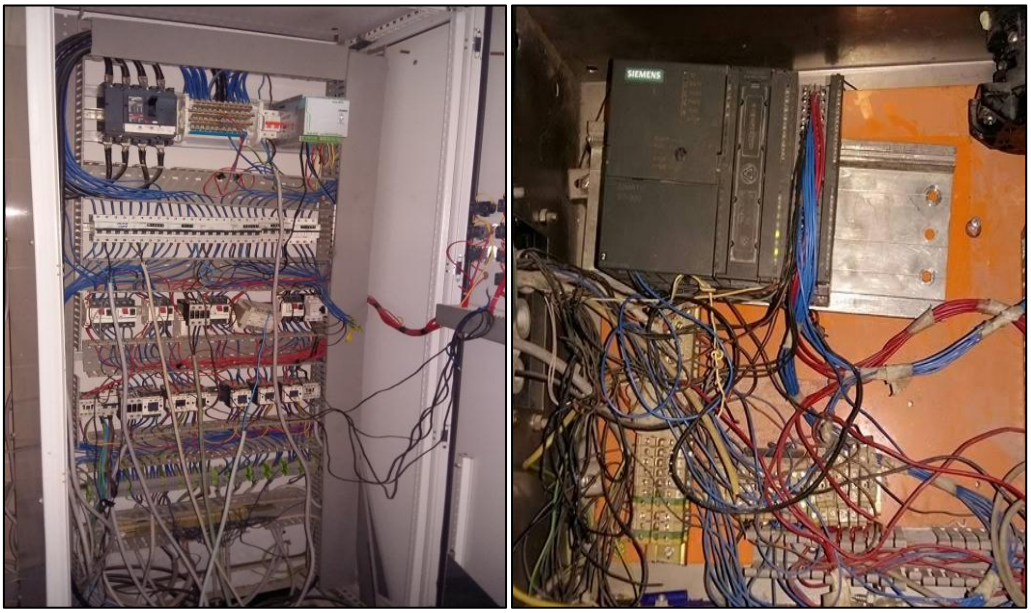

FIGURE 10: L'ARMOIRE ELECTRIQUE ET L'AUTOMATE

2. Critique de l'existant

Après l'analyse de l'existant, nous avons pu relever un certain nombre de difficultés qu'on peut rencontrer dans le cycle de la ligne de verre :

- Un problème au niveau de l'automate peut produire un arrêt total du système sans avoir la possibilité d'identifier la source de problème pour qu'il soit résolu.
- L'automate nécessite une procédure de programmation qui était confiée à un ancien responsable d'où le problème de gestion d'automate se déclenche.
- L'armoire se situe tout près de la remplisseuse ce qui risque de produire des courts-circuits menaçant la vie des personnels.
- L'absence de relais thermiques qui auront pour rôle de faire la protection contre les surcharges. En effet une surcharge se produit lorsqu'une quantité trop importante de courant passe dans un fil électrique. Ces derniers s'échauffent et peuvent fondre, au risque de provoquer un incendie.
- Au court de la production le responsable doit être toujours présent pour surveiller le déroulement du cycle sans oublier qu'en cas d'un problème technique, il doit se déplacer pour identifier l'incident.

3. Solution proposée :

Afin de pailler aux problèmes observés et dans l'objectif de faciliter les opérations aux employés de la société nous avons proposé les solutions suivantes :

- Construire une armoire commandée par un circuit de commande et de puissance pour remplacer l'automate. La cause principale pour se passer de cet automate, c'est qu'il produit des arrêt durant la production sans pouvoir détecter la source, ce qui cause un retard au niveau de la production.

- Déplacer l'armoire pour minimiser les risques des court-circuit.

- Ajouter au niveau des machines un panneau de commande. Ce dernier contient les boutons poussoirs pour le démarrage et l'arrêt de chaque machines
- Ajouter des relais thermiques pour protéger les moteurs électriques contre les surcharges.

III. Conclusion :

Ce chapitre a été consacré au début à la description du cycle de la ligne de verre. On a présenté les principales raisons pour annuler l'automate qui commande le cycle, puis on a définis les solutions pour remplacer l'automate. Le chapitre suivant sera consacré pour appliquer les solutions, et pour le choix du matériel (disjoncteurs, câbles ...) de la nouvelle armoire électrique.

CHAPITRE 3 :
Les schémas électriques et le choix du matériel

I. Introduction

Le contenu de ce chapitre sera consacré pour appliquer les solutions proposées. On va d'abord tracer les schémas de commande et de puissance pour remplacer l'automate, ensuite nous allons faire le choix du matériel nécessaire pour réaliser la nouvelle armoire électrique.

II. Les schémas électriques :

Après avoir annulé l'automate , nous avons proposé de contrôler le cycle de la ligne de verre par un circuit de puissance et de commande.
Le cycle de la ligne de verre contient cinq convoyeurs, une remplisseuse, une capsuleuse, un élévateur de capsule. C'est-à-dire nous allons construire huit schéma de commande et huit schéma de puissance.

1. Les composants du circuit de puissance :

Le circuit de puissance comporte :

- Un disjoncteur : C'est un appareil capable d'interrompre le courant et donc de protéger une installation contre les surintensités et les court-circuits .

Symbole

FIGURE 11: LE DISJONCTEUR

- Un sectionneur porte fusible : Le sectionneur permet d'isoler électriquement l'installation de son réseau d'alimentation.

Symbole

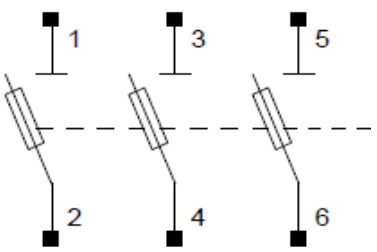

FIGURE 12 : LE SECTIONNEUR PORTE FUSIBLE

- Un contacteur : C'est un pré actionneur, il télécommande les circuits de distributions ou les actionneurs.

Symbole

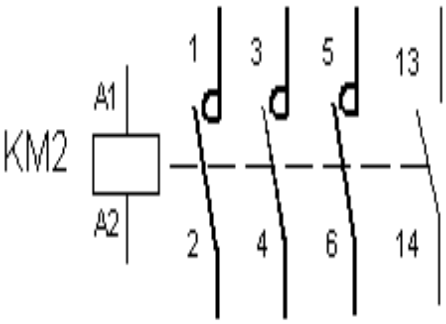

FIGURE 13: LE CONTACTEUR

- Un relais thermique : Les relais de protection thermique sont destinés à la protection des circuits et des moteurs alternatifs contre les surcharges et les coupures de phases.

Symbole

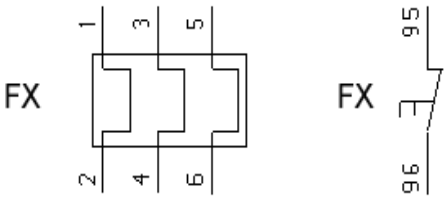

FIGURE 14: LE RELAIS THERMIQUE

- Un moteur: Il converti l'énergie électrique en énergie mécanique.

Symbole

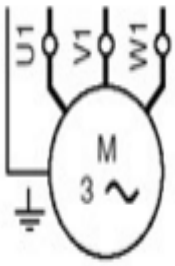

FIGURE 15: LE MOTEUR

- Le transformateur : il permet d'élever ou d'abaisser le niveau de tension. Il est constitué d'un circuit magnétique et de deux circuit électriques (primaire et de secondaire)

Symbole

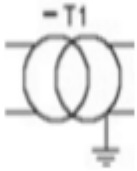

FIGURE 16: LE TRANSFORMATEUR

2. les composants du circuit de commande :

Le circuit de commande comporte (figure 19 et 20):

- Des boutons poussoirs équipés d'un contact NO « Normalement ouvert » (bornes 3 et 4) pour le démarrage des machines .
- Des boutons poussoirs équipés d'un contact NF « Normalement fermé » (borne 1 et 2) pour l'arrêt des machines.
- Des contacts NF associé au relais thermique (bornes 95 et 96)
- Des contacts NO au relais thermique (bornes 97 et 98) , et reliés à des voyants.
- Un bouton coup de point d'arrêt d'urgence.
- Les bobines du contacteur 24V associé (bornes A1 et A2)
- Des voyant 24V témoin du fonctionnement .

3. Les schémas de puissance et de commande :

Chaque schéma de puissance contient un disjoncteur lié à un sectionneur, puis un contacteur, ensuite un relais thermique et finalement à un moteur.
Le disjoncteur principale produit une tension de 220V, et les bobines s'excitent avec une tension de 24V, pour cela nous allons rajouter un transformateur qui aura pour rôle d'abaisser le niveau de la tension alternative. Les entrées primaires du transformateur sont liées à la phase et le neutre du circuit de puissance , et les entrées secondaires sont liées à la phase et le neutre du circuit de commande.

Chaque machine contient un bouton marche (vert) pour le démarrage, et un bouton d'arrêt (rouge) pour arrêter le moteur .
Pour mettre les machines en marche, on doit d'abord appuyer sur Q1 , pour alimenter tout le circuit, ensuite on appuie sur Q2 ou Q3 ou ...Q9(figure 17) pour alimenter la commande de chaque circuit.

On appuie sur le bouton poussoir de démarrage S (NO) , la bobine KM s'excite , le contacteur KM se ferme et le moteur se met en marche, le voyant liée à la bobine s'allume .
Pour arrêter le démarrage d'une machine, on appuie sur le bouton poussoir d'arrêt S (NF) , la bobine KM se désexcite , le contacteur KM se ferme , le moteur s'arrête et le voyant liée à la bobine s'éteint.
En cas de surcharge , le contact associé au relais thermique (NF) s'ouvre, le contact F (NO) se ferme , le voyant liée à F s'allume et le moteur s'arrête.
En cas de panne ou d'urgence , on appuie sur le bouton d'urgence S0, toutes les machines s'arrêtent.

A l'aide de l'application SHEMAPLIC , nous avons tracé les schémas de puissance et de commande.

→ La figure ci-dessous présente les schémas de puissance que nous avons proposés pour contrôler le cycle de la ligne de verre :

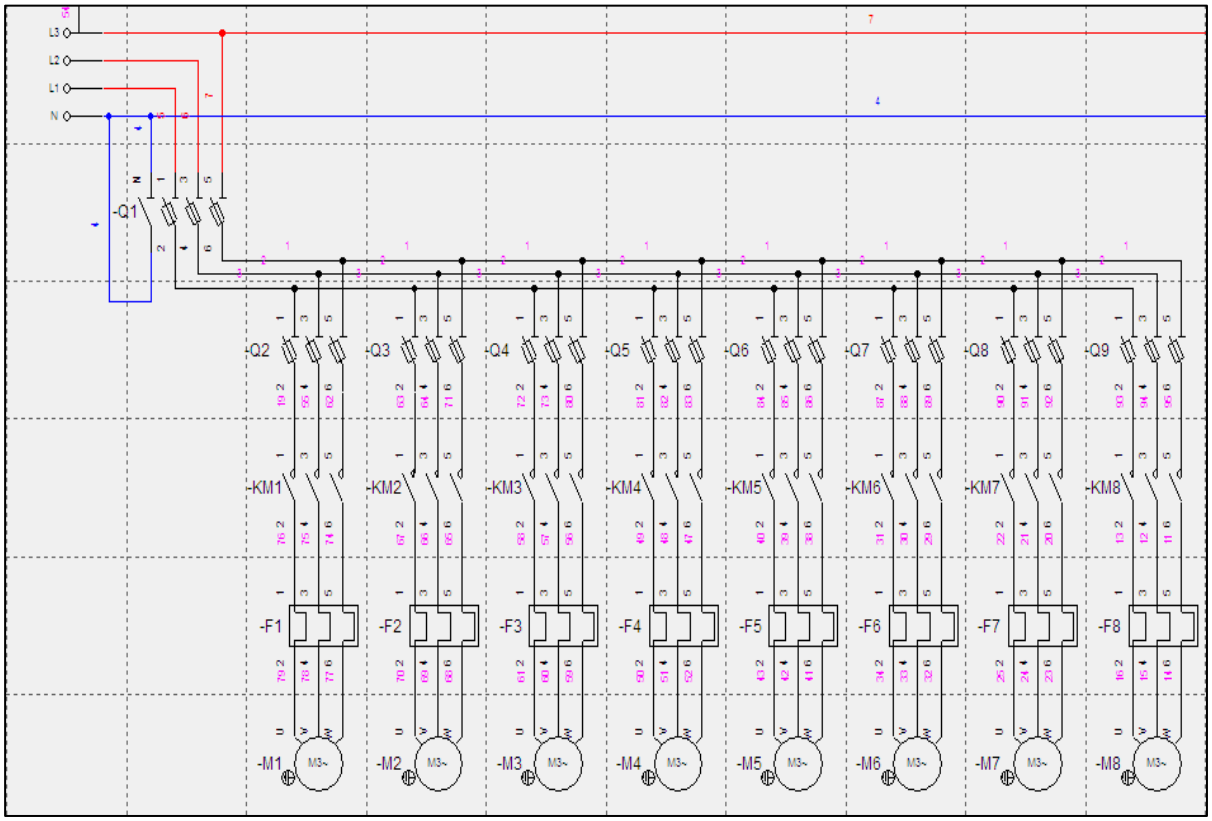

FIGURE 17:LES SCHEMAS DE PUISSANCE

→ La figure 12 nous montre la liaison du transformateur entre le circuit de commande et de puissance :

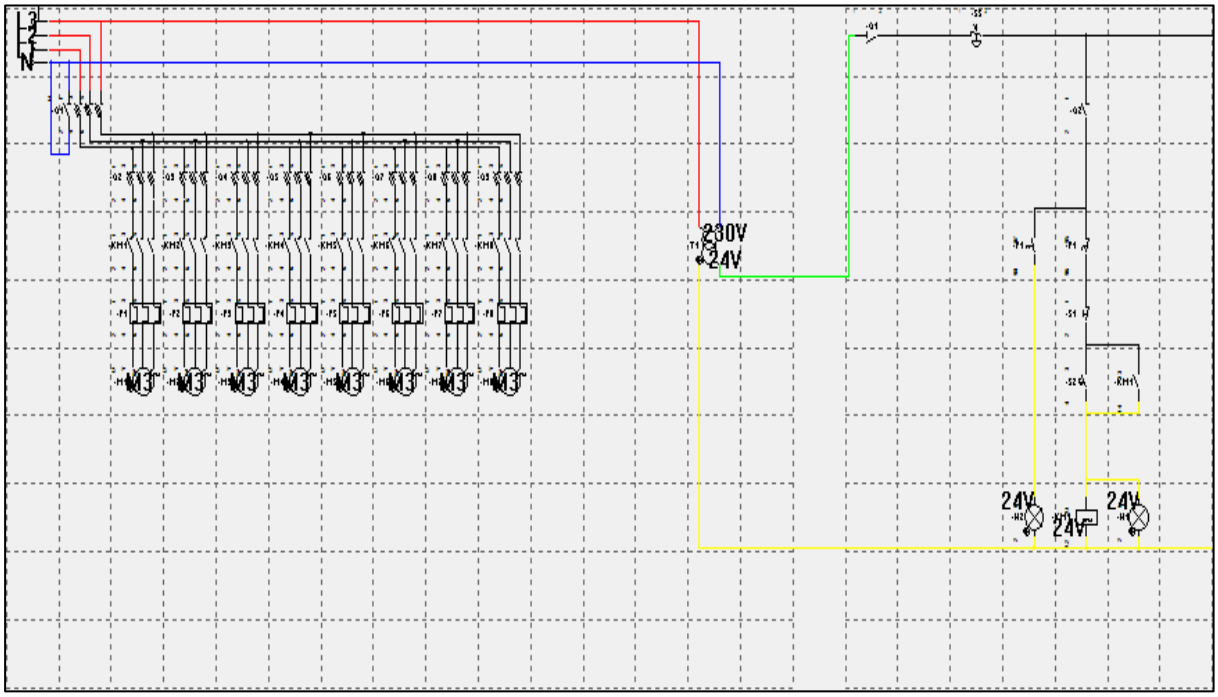

FIGURE 18:SCHEMAS DE COMMANDE ET DE PUISSANCE

→ La figure 13 présente les schémas de commande des trois premiers convoyeurs :

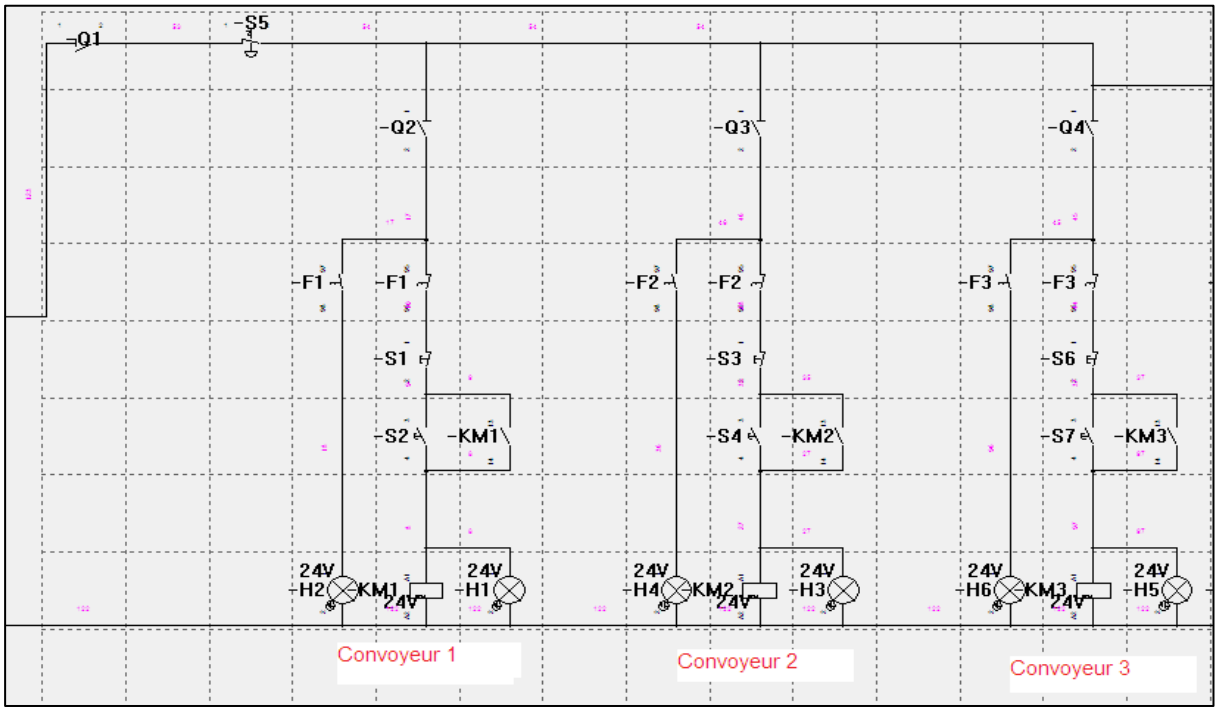

FIGURE 19:SCHEMAS DE COMMANDE DES CONVOYEURS

→ La dernière figure présente le schéma de commande de la remplisseuse, la capsuleuse, l'élévateur des capsules et des deux derniers convoyeurs :

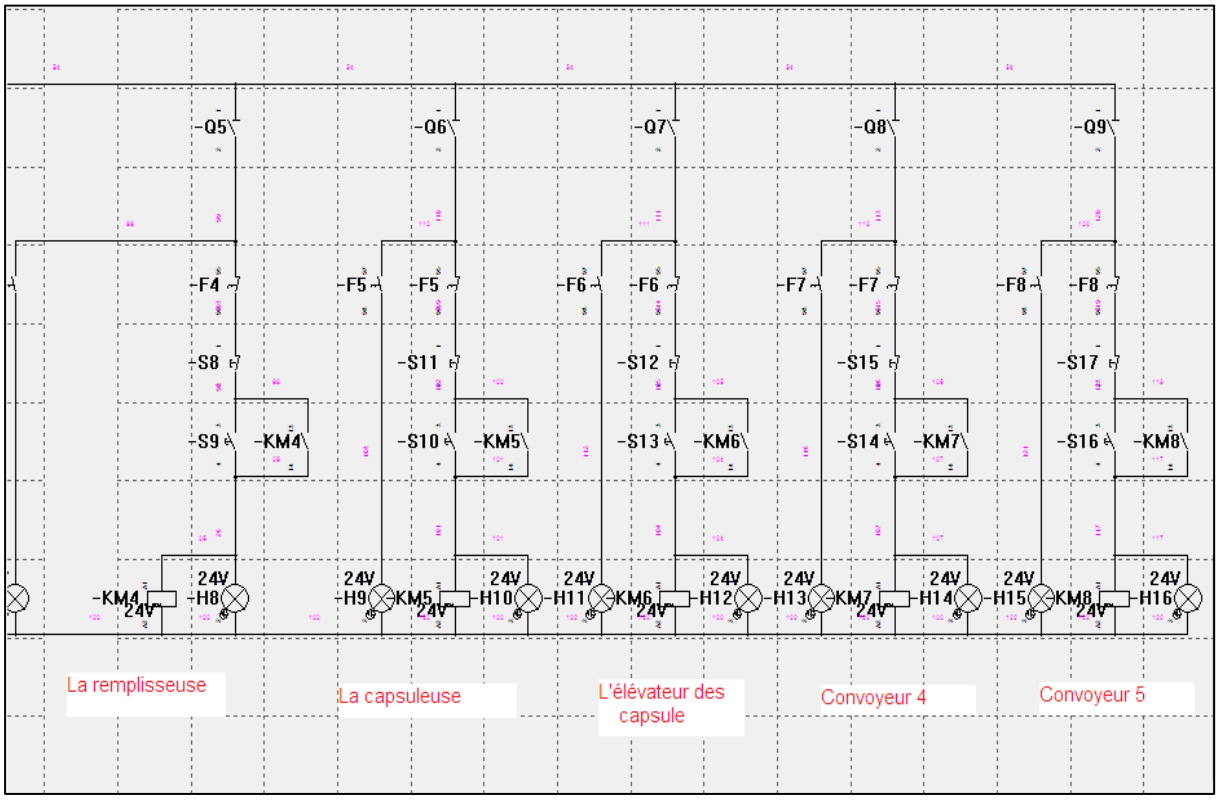

FIGURE 20:LES SCHEMAS DE COMMANDE

III. Le choix du matériel

1. Détermination de la section des câbles :

1.1 Démarche :

Les calculs des installations électriques ont quatre objectifs :

- Choisir la section du conducteur en fonction de leurs conditions de pose et d'exploitation afin d'éviter des échauffements excessifs pouvant compromettre leur longévité, voire même entraîner des risques d'incendies ;
- Evaluer les chutes de tensions dans des conditions normales d'exploitation ;
- Calculer les courant de court-circuit afin de définir les performances des dispositifs de protection contre les courts-circuits et afin de protéger les personnes et les canalisations
- Le calcul de la section technique ou section adéquate à retenir pour une canalisation se fait en suivant les étapes suivantes :
- Calcul de la section S1 : la section minimale qui supporte le courant d'emploi
- Calcul de la section S2 : la section qui vérifie les chutes de tension

- Calcul de la section S3 : la section qui supporte l'échauffement du câble lors d'un court-circuit

La figure ci-dessous illustre le schéma de l'installation électrique:

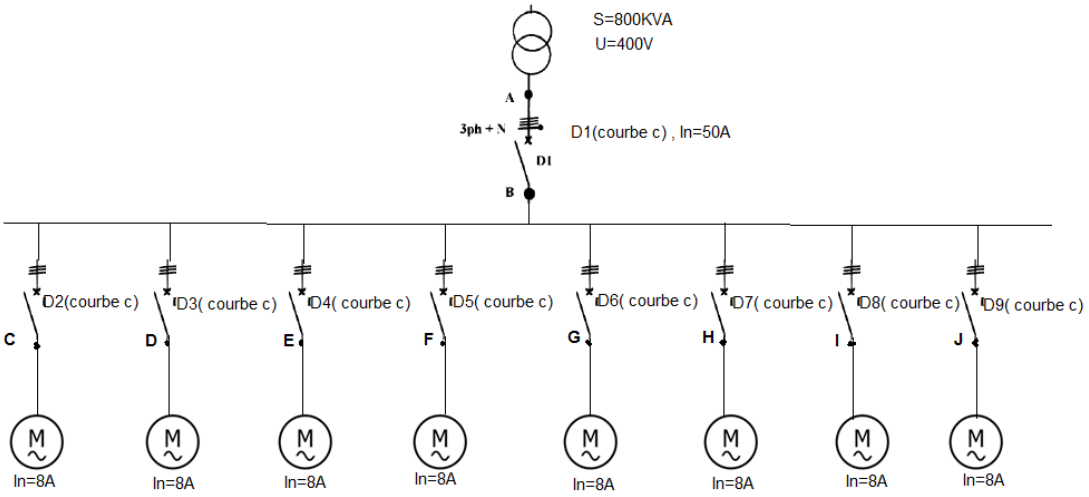

FIGURE 21:LE SCHEMA DE L'INSTALLATION ELECTRIQUE

La figure suivante illustre la démarche de détermination des sections des câbles [1] :

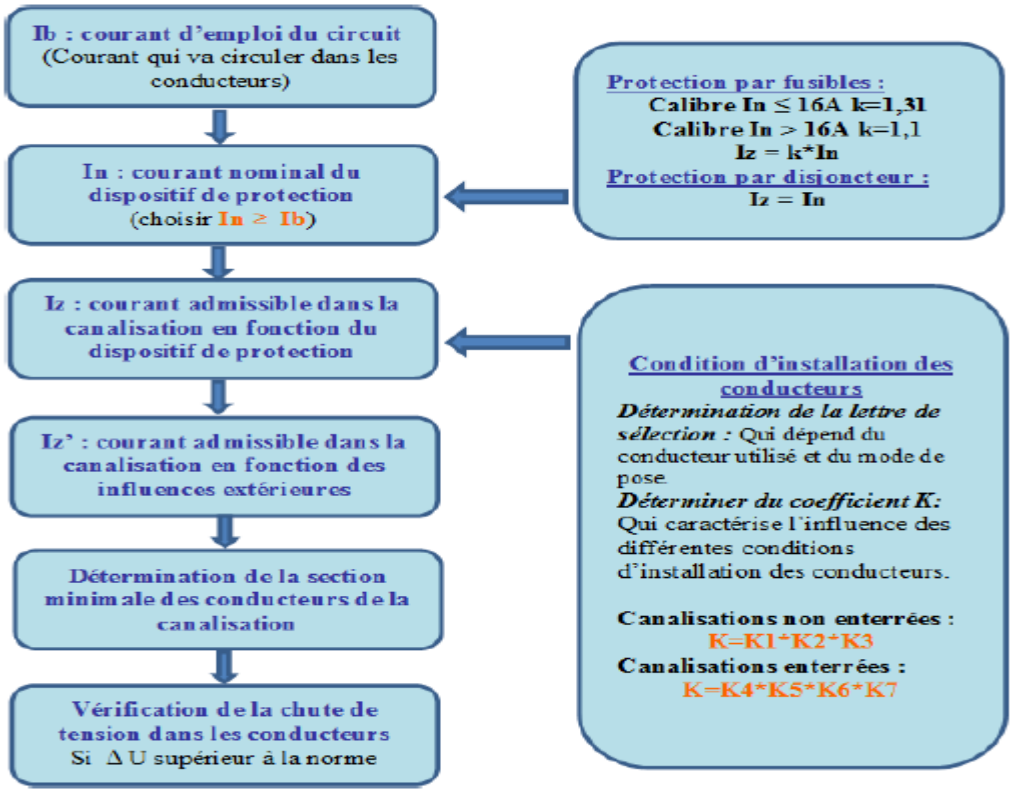

FIGURE 22:DEMARCHE POUR LE CALCUL DE LA SECTION

1.2 Calcul du courant d'emploi :

Le courant d'emploi est donné par la formule suivante :

$$I_b = \frac{S}{\sqrt{3} * U}$$

Pour calculer le courant d'emploi du disjoncteur principale , nous allons d'abord calculer la puissance active , la puissance réactive , et la puissance apparente.
L'installation triphasée 220/380 V , 50Hz comporte :

- ✓ 20 lampes de puissance P1=75W
- ✓ Dateuse de puissance P2=3.5KW .
- ✓ Marquage de douane de puissance P3=3.5KW .
- ✓ 9 moteur asynchrones, les puissance sont indiqué dans la plaque signalétique de chaque moteur.

La plaque signalétique des moteurs donne les informations suivantes :

Référence	DF 19 0L
Puissance	1,5KW
Tension	220/380V
Courant	6,3A
Vitesse nominale	1420 tr/min
Cosφ	0.78
Fréquence	50Hz

- La puissance active totale

$Pt = \sum P$

$Pt = 20 * P1 + P2 + P3 + 9 * Pm$

$Pt = 20 * 75 + 3.5 * 10^3 + 3.5 * 10^3 + 9 * 1.5 * 10^3$

$Pt = 9 * 1{,}5 * 10^3$

Pt=22000W

- La puissance réactive totale

$Qt = P * tg(\alpha)$

$Qt = 9 * Pm * \tan(\cos^{-1}(\varphi))$

$Qt = 9 * 1.5 * 10^3 * \tan(\cos^{-1}(0.78))$

Qt=10830 VAR

- La puissance apparente :

$S=\sqrt{Pt^2+Qt^2}$

$S=\sqrt{22000^2+10830^2}$

S=22075VA

- le courant d'emploi :

on a $S=\sqrt{3}UI$

$donc$ $I_{b1}=\frac{S}{\sqrt{3}*U}$

$I_{b1}=\frac{29355}{\sqrt{3}*380}$

I_{b1}**=33.54 A**

A partir du courant d'emploi on peut déterminer le courant nominal I_{n1} du disjoncteur à utiliser. I_n est le courant normalisé, il doit être supérieur à I_{b1}.

Le tableau suivant illustre les calibres normalisés des disjoncteurs :

Calibre Normalisé (A)	5	8	10	16	20	25	32	40	50	63	70	80	100	125	160	320	400	..

TABLEAU 3:LES CALIBRES NORMALISES DES DISJONCTEURS

Pour notre cas, le disjoncteur principale à choisir est celui de I_{n1}=40A

Pour les disjoncteurs départ moteur, le courant d'emploi I_{n2}=6.8A, donc le calibre à choisir est celui de I_{n2}=8A.

1.3 le courant admissible :

Le courant admissible l'z dépend des de plusieurs conditions : le mode de pose des câbles, la nature des conducteurs, la température, …

Il est donné par la relation l'z = $\frac{Iz}{K1*K2*K3}$ avec :

- Iz = I_n du disjoncteur si I_b< 100 A
- Iz = I_b si I_b ≥ 100 A
- K facteur de correction avec K = K1*K2*K3 pour les câbles non enterrés et K=K4*K5*K6*K7 pour les câbles enterrés.

Le choix de la nature des câbles (en cuivre) s'est porté sur le polyéthylène réticule.
Les câbles C1 et C2 sont formés de 3 câbles multiconducteurs.
Les câbles C1 sont les câbles du disjoncteur principal Q1, et C2 sont les câbles des disjoncteurs départ moteur.
Longueur des câbles C1=20 m, longueur du câbles C2=100m.

➢ Le câble C1 :

Le courant admissible Iz' :
-Selon le tableau 11 (annexe 1) K1=1. La lettre E a été choisie parce que les câbles utilisés sont multiconducteurs.
-Selon le tableau 12 (annexe 1) le facteur de correction K2=0.77, le nombre de câble est égale a 4 (3phase+ 1 neutre)
-Selon le tableau 13 (annexe 1) Facteur de correction K3=1.07, la température ambiante T=25°.

Donc : $$Iz' = \frac{Iz}{K1*K2*K3}$$

$$Iz' = \frac{I_{n1}}{K1*K2*K3}$$

$$Iz' = \frac{40}{1*0.77*1.07}$$

$$\boldsymbol{Iz' = 48.54\ A}$$

➢ Le câble C2 :

Le courant admissible Iz' :
-Selon le tableau 11(annexe1) K1=1. La lettre E a été choisie parce que les câbles utilisés sont multiconducteurs.
-Selon le tableau 12(annexe 1) Facteur de correction K2=0.82 , le nombre de câble est égale a 3 (3 phase)
-Selon le tableau 13(annexe1) Facteur de correction K3=1.07 , T=25° la température ambiante.

Donc : $$Iz' = \frac{Iz}{K1*K2*K3}$$

$$Iz' = \frac{I_{n2}}{K1*K2*K3}$$

$$Iz' = \frac{8}{1*0.82*1.07}$$

$$\boldsymbol{Iz' = 9{,}12\ A}$$

1.4 La section minimale des câbles :

Le calcul du courant admissible nous permet de déterminer facilement la section minimale requise du câble et supportant le courant d'emploi. Cette section est donnée dans le tableau 14 (annexe 1) suivant la valeur du courant I'z, le mode de pose et la nature de l'isolant.

La section minimale des câbles C1 : **S=10mm²**

La section minimale des câbles C2 : **S=1.5mm²**

1.5 La chute de tension :

les chutes de tension entre l'origine et tout autre point de l'installation ne doit pas dépasser les valeurs inscrites dans le tableau ci-dessous [2]:

	Eclairage	Autres usages
❖ Type A - Installations alimentées directement par un branchement à basse tension, à partir d'un réseau de distribution publique à basse tension.	3 %	5 %
❖ Type B - Installations alimentées par un poste de livraison ou par un poste de transformation à partir d'une installation à haute tension et installations de type A dont le point de livraison se situe dans le tableau général BT d'un poste de distribution publique.	6 %	8 %

TABLEAU 4:LA CHUTE DE TENSION

- Pour le câble C1 ,Selon le tableau 15(annexe1) la chute de tension $\Delta U = 2\%$
- Pour le câble C2 ,Selon le tableau 15 (annexe 1) la chute de tension $\Delta U = 5{,}2\%$

Pour notre cas , nous allons utilisée le type B , donc la chute de tension ΔU est inferieur a 8%.

1.6 Le courant de court circuit :

Un court-circuit est le contact entre deux conducteurs actifs de même potentiel. Ce défaut peur survenir au cas où un corps étranger touche ces deux conducteurs simultanément ou suite à la dégradation de l'isolation entre les conducteurs. Un tel phénomène peut provoquer des dégâts de gravités différentes ; il peut mener à une rupture des câbles suite à l'échauffement, à la détérioration de l'équipement en question, il peut même engendrer un incendie. Ceci dit, une protection fiable contre les courts-circuits est nécessaire afin d'assurer une sécurité électrique.

Le calcul du courant de court-circuit a pour objectif de déterminer les caractéristiques des dispositifs de protection contre les défauts de court-circuit à installer.

L'installation comprend un transformateur TR, un disjoncteur principal Q1, un câble C, des disjoncteurs départ moteur Qi. Il s'agit de déterminer le pouvoir de coupure des disjoncteurs Qi et Q1.

Dans une installation triphasée, Icc est donnée par la formule :

$$I_{cc} = \frac{U_{20}}{\sqrt{3}Z_T} \qquad \text{avec} \qquad Z_T = \sqrt{\Sigma R^2 + \Sigma X^2}$$

U_{20}=tension entre phases à vide au secondaire d'un transformateur HT/BT (en V)

Z_T=impédance totale par phase du réseau en amont du défaut (en Ω)

Un court-circuit triphasé en aval de Q1 est limité par l'impédance du réseau en amont du transformateur ZA, l'impédance du transformateur ZTR et l'impédance du câble ZC.

Il s'agit de déterminer les éléments R_A, R_{TR}, R_C, X_A, X_{TR}, X_C, de façon à calculer le courant de court-circuit.

- *Réseau amont :*

La puissance de court-circuit du réseau HT ou MT (Scc) est donnée par le distributeur d'énergie. L'impédance , la résistance et la réactance du réseau amont ramenée au secondaire du transformateur MT/BT vaut:

L'impédance :$Za=\frac{U^2}{S_{cc}}$

La résistance :$Ra=0.15*Za$

La réactance :Xa=$\sqrt{Za^2 - Ra^2}$

- Transformateurs :

A partir du tableau suivant, nous pouvons relever les impédances , les résistances et les réactance :

Tension	U_{20} = 237V				U_{20} = 410V			
Puissance (kVA)	Ucc %	R_t (mΩ)	X_t (mΩ)	Z_t (mΩ)	Ucc %	R_t (mΩ)	X_t (mΩ)	Z_t (mΩ)
100	4	11,79	19,13	22,47	4	35,30	57,23	67,24
160	4	5,15	13,06	14,04	4	15,63	39,02	42,03
250	4	2,92	8,50	8,99	4	8,93	25,37	26,90
315	4	2,21	6,78	7,13	4	6,81	20,22	21,34
400	4	1,614	5,38	5,62	4	5,03	16,04	16,81
500	4	1,235	4,32	4,49	4	3,90	12,87	13,45
630	4	0,92	3,45	3,57	4	2,95	10,25	10,67
800	4,5	0,895	3,03	3,16	4,5	2,88	9	9,45
1000	5,5	0,68	3,01	3,09	5	2,24	8,10	8,405
1250						1,813	7,16	7,39
1600						1,389	6,14	6,30
2000						1,124	5,34	5,46

TABLEAU 5:LA RESISTANCE, LA REACTANCE ET L'IMPEDANCE DU TRANSFORMATEUR

➢ Conducteurs :

La résistance du conducteur : R=$\rho \frac{L}{S}$

L : la longueur en km

S : la section en mm²

ρ : la resistivité du conducteur Ω.mm²/km

(Cuivre 22.5 Ω.mm²/km)

La résistivité du conducteur est négligeable pour les sections inférieurs à 50mm².

Court circuit en aval Q1 :

Les caractéristiques du transformateurs sont indiqués sur la plaque signalétique (voir annexe 2 tableau 17)

Partie de l'installation	Résistance (mΩ)	Réactance (mΩ)
Réseau Amont	Z_a=$\frac{U^2}{Scc}$=$\frac{400^2}{800}$ Z_a =200 mΩ R_a = 0.15*Za R_a = 0.15*200 **R_a = 30 mΩ**	X_a==$\sqrt{Za^2 + Ra^2}$ X_a==$\sqrt{200^2 + 30^2}$ **X_a==197.73 mΩ**
Transformateur	**R_t= 2.88 mΩ**	**X_t = 9 mΩ**
Conducteur	**R_c**=$\rho \frac{L}{S}$, L=20m et S=10mm² **R_c** =17 *$\frac{0.02}{10}$ **R_c =0.035mΩ**	**Xc =0mΩ**

TABLEAU 6:LE COURT CIRCUIT EN AVAL Q1

Donc le courant de court circuit

➔ $I_{cc} = \frac{400}{\sqrt{3}*\sqrt{(30+2.88+0.035)^2+(197.73+9)^2}}$

➔ $\boldsymbol{I_{cc} = 1.106\ KA}$

Court circuit en aval Qi :

Partie de l'installation	Résistance (mΩ)	Réactance (mΩ)
Réseau Amont	$Z_a = \frac{U^2}{Scc} = \frac{400^2}{800}$ Z_a =200 mΩ R_a= 0.15*Za R_a = 0.15*200 $\boldsymbol{R_a}$ **= 30 mΩ**	$X_a = \sqrt{Za^2 + Ra^2}$ $X_a = \sqrt{200^2 + 30^2}$ X_a=197.73 mΩ
Transformateur	R_t= 2.88 mΩ	$\boldsymbol{X_t}$**= 9 mΩ**
Conducteur	$R_c = \rho \frac{L}{S}$, L=100m et S=1.5mm² R_c =17 *$\frac{0.1}{1.5}$ $\boldsymbol{R_c}$ **=1.33mΩ**	$\boldsymbol{X_c}$ **=0 mΩ**

TABLEAU 7: LE COURANT DE CIRCUIT EN AVALE QI

Donc le courant de court circuit :

➔ $I_{cc} = \frac{400}{\sqrt{3}*\sqrt{(30+2.88+1.33)^2+(197.73+9)^2}}$

➔ $\boldsymbol{I_{cc} = 1.009\ KA}$

2. le choix du disjoncteur

2.1 les critères de choix d'un disjoncteurs :

Les caractéristiques à prendre en compte dans le choix d'un disjoncteur sont :

- la tension assignée ou tension d'utilisation,
- le courant assigné ou courant d'utilisation dans les conditions normales,
- la polarité du disjoncteur
- le pouvoir de coupure (PdC) ou courant maximal qui peut couper le disjoncteur,
- La courbe de déclenchement

Le disjoncteur principale :

- La tension assigné : 220 /380 V
- Le courant nominale I_{n1}=40A
- Disjoncteur tétra polaire : 3phases+Neutre
- Le pouvoir de coupure doit être supérieure a 1.106KA
- La courbe de déclenchement est la courbe C (annexe 2 tableau 16)

Les disjoncteurs divisionnaires :

- La tension assigné : 220 /380 V
- Le courant nominale : I_{n2}=8A
- Disjoncteur tripolaire : 3 phase
- Le pouvoir de coupure doit être supérieure a 1.009KA
- La courbe de déclenchement est la courbe C (annexe 2 tableau 16)

3. choix du relais thermique :

Le choix et le réglage du relais thermique se fait en fonction de :

- Le courant nominal du moteur
- La plage de réglage du relais thermique
- La classe de déclenchement en fonction du temps de démarrage

A partir du tableau suivant , nous allons relever la valeur du courant nominal , la plage de réglage et la classe de déclenchement [3] :

Relais de protection thermique différentiels

Relais à associer à des fusibles et aux disjoncteurs magnétiques GV2L ou GV3L :
- relais compensés à réarmement manuel ou automatique
- avec visualisation du déclenchement
- pour courant alternatif ou continu.

zone de réglage du relais (A)	fusibles à associer au relais choisi aM (A)	gG (A)	pour association avec contacteur LC1	références
classe 10 A (1) avec raccordement par vis-étriers ou connecteurs				
0,10... 0,16	0,25	2	D09... D38	LRD01
0,16... 0,25	0,5	2	D09... D38	LRD02
0,25... 0,40	1	2	D09... D38	LRD03
0,40... 0,63	1	2	D09... D38	LRD04
0,63... 1	2	4	D09... D38	LRD05
1... 1,6	2	4	D09... D38	LRD06
1,6... 2,5	4	6	D09... D38	LRD07
2,5... 4	6	10	D09... D38	LRD08
4... 6	8	16	D09... D38	LRD10
5,5... 8	12	20	D09... D38	LRD12
7... 10	12	20	D09... D38	LRD14
9... 13	16	25	D12... D38	LRD16
12... 18	20	35	D18... D38	LRD21
16... 24	25	50	D25... D38	LRD22
23... 32	40	63	D25... D38	LRD32
30... 38	40	80	D32 et D38	LRD35
17... 25	25	50	D80 et D95	LRD3322
23... 32	40	63	D80 et D95	LRD3353
30... 40	40	100	D80 et D95	LRD3355
37... 50	63	100	D80 et D95	LRD3357
48... 65	63	100	D80 et D95	LRD3359
55... 70	80	125	D80 et D95	LRD3361
63... 80	80	125	D80 et D95	LRD3363
80... 104	100	160	D80 et D95	LRD3365
80... 104	125	200	D115 et D150	LRD4365
95... 120	125	200	D115 et D150	LRD4367
110... 140	160	250	D150	LRD4369
80... 104	100	160	(2)	LRD33656
95... 120	125	200	(2)	LRD33676
110... 140	160	250	(2)	LRD33696

zone de réglage du relais (A)	fusibles à associer au relais choisi aM (A)	gG (A)	pour association avec contacteur LC1	références
classe 20 (1) avec raccordement par vis-étriers				
2,5...4	6	10	D09...D32	LRD1508
4...6	8	16	D09...D32	LRD1510
5,5...8	12	20	D09...D32	LRD1512
7...10	16	20	D09...D32	LRD1514
9...13	16	25	D12...D32	LRD1516
12...18	25	35	D18...D32	LRD1521
17...25	32	50	D25 et D32	LRD1522
23...28	40	63	D25 et D32	LRD1530
25...32	40	63	D25 et D32	LRD1532
17... 25	32	50	D80 et D95	LR2D3522
23... 32	40	63	D80 et D95	LR2D3553
30... 40	50	100	D80 et D95	LR2D3555
37... 50	63	100	D80 et D95	LR2D3557
48... 65	80	125	D80 et D95	LR2D3559
55...70	100	125	D80 et D95	LR2D3561
63...80	100	160	D80 et D95	LR2D3563

LRD21••

LR2D13••

LRD3••6

TABLEAU 8:CHOIX DU RELAIS THERMIQUE

Pour un moteur consommant une intensité de 6.3A , on peut choisir un LRD12 en classe 10A ou un LRD1512 de classe 20A.

La plage de réglage étant de 5.5 à 8A sur chaque relais thermique.

Les relais thermiques seront associer à des fusibles type aM (accompagnement Moteur) de calibre 12A.

4. La liste des achat des matériels

Pour l'achat du matériel , nous allons faire une estimation des prix des disjoncteurs , des relais thermiques , de l'armoire et des câbles électriques.

4.1 Les disjoncteurs et les relais thermiques :

Le tableau ci-dessous présente la marque , la référence et le prix des disjoncteurs et des relais thermiques :

Matériel	Nombre De matériels	Marque	Référence	Prix	Prix total
Relais thermique	8	SHNEIDER ELECTRIC	LDR12	644.99DH	5159.30DH
Disjoncteur principal	1	SHNEIDER ELECTRIC	ME69467	626.96DH	626.96DH
Disjoncteur départ moteur	8	LS INDUSTRIAL SYSTEMS	ME63744	200.17DH	1601.36

TABLEAU 9: LA LISTE DES ACHATS DES DISJONCTEURS ET DES RELAIS THERMIQUE

Remarque : la marque Schneider a était choisi pour faire une estimation.

4.2 Les câbles électriques :

Le tableau ci-dessous présente la matière principale , la section , la référence, la longueur et le prix des câbles :

La section des câbles	La matière principale	Référence	Longueur	Prix
10mm²	Cuivre	CBP01360453	20m	447.76DH
1.5mm²	Cuivre	0026354	100m	108.24DH

TABLEAU 10: LA LISTE DES ACHATS DES CABLES

- la somme totale des matériels est 7384.64DH
- la somme totale des câbles est 556DH
- le prix de l'armoire électrique: 2188.99 DH
- le coût total de l'installation est : 10129.63DH

IV. Conclusion :

Dans ce dernier chapitre, nous avons tracé les schémas de puissance et de commande , nous avons ensuite fait le choix des matériels nécessaire pour la réalisation de l'armoire électrique. Finalement nous avons établi une liste et le budget estimatif pour l'achats des équipements .

Conclusion générale

Ce projet de fin d'études effectué au sein de la société AIN SOLTANE nous a permis de découvrir l'un des métiers du génie électrique, notamment la représentation des schémas électriques et le dimensionnement des installations électriques. Le thème qui nous a été confié consistait à annuler l'automate qui avait le rôle de commander le cycle de la ligne de verre .

Notre travail se résume à la réalisation d'une armoire électrique permettant le contrôle du cycle de la ligne de verre . Dans ce contexte, nous avons cherché à remplacer l'automate qui commandait le cycle par un circuit de commande et de puissance .
Au début , nous avons commencé par faire une étude de l'existant , on a définis les différents problèmes qu'on pouvait rencontrer dans le cycle de la ligne de verre, et on a proposé des solutions pour leur apporter des solutions.

Par la suite nous avons établi, à l'aide du logiciel SHEMAPLIC , les schémas électriques. Ensuite nous avons déterminé la section des câbles pour le câblage de l'armoire , nous avons aussi fait le choix des disjoncteurs et des relais thermiques. Finalement nous avons donné une idée générale sur la liste des achats de matériel et le budget estimatif.

En outre, ce sujet nous a permis d'approfondir nos connaissances dans le domaine électrique , particulièrement en électrotechnique.

Nous allons garder un excellent souvenir de ce stage. C'était une très bonne expérience professionnelle valorisante et encourageante pour nous dans l'avenir.

Références :

Webographie :

[1] http://slideplayer.fr/slide/1191364/ consulté le 08/05/2017

[2]http://bricolage.bricovideo.com/videos/bricolage_videos/video/outils/electricite/formule-calcul-section-d-un-cable-electrique.html consulté le 15/05/2017

[3]http://lycees.ac-rouen.fr consulté le 17/05/2017

[4]http://www.materielelectrique.com consulté le 22/05/2017

[5]http://www.schneider-electric.fr/fr/work/products/editorial/guides/disjoncteur.jsp consulté le 22/05/2017

[6]http://disjoncteur.over-blog.com/article-les-courbes-de-fonctionnement-du-disjoncteur-61627322.html consulté le 22/05/2017

Bibliographie :

- Guide de conception des réseaux électriques industriels – Schneider Electric
- Pr El Markhi hassan cour Electrotechnique LST GE 2016-2017

ANNEXE1

Lettre de sélection

type d'éléments conducteurs	mode de pose	lettre de sélection
conducteurs et câbles multiconducteurs	■ sous conduit, profilé ou goulotte, en apparent ou encastré ■ sous vide de construction, faux plafond ■ sous caniveau, moulures, plinthes, chambranles	B
	■ en apparent contre mur ou plafond ■ sur chemin de câbles ou tablettes non perforées	C
câbles multiconducteurs	■ sur échelles, corbeaux, chemin de câbles perforé ■ fixés en apparent, espacés de la paroi ■ câbles suspendus	E
câbles monoconducteurs	■ sur échelles, corbeaux, chemin de câbles perforé ■ fixés en apparent, espacés de la paroi ■ câbles suspendus	F

TABLEAU 11: LA LETTRE DE SELECTION

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
	■ vides de construction et caniveaux	0,95
C	■ pose sous plafond	0,95
B, C, E, F	■ autres cas	1

TABLEAU 12:DETERMINATION DU COEFFICIENT DE CORRECTION K1

Facteur de correction K2

lettre de sélection	disposition des câbles jointifs	facteur de correction K2 nombre de circuits ou de câbles multiconducteurs											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	12	16	20
B, C	encastrés ou noyés dans les parois	1,00	0,80	0,70	0,65	0,60	0,57	0,54	0,52	0,50	0,45	0,41	0,38
C	simple couche sur les murs ou 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 sur 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		

TABLEAU 13:DETERMINATION DU COEFFICIENT DE CORRECTION K2

Facteur de correction K3

températures ambiantes (°C)	isolation		
	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

TABLEAU 14:DETERMINATION DU COEFFICIENT DE CORRECTION K3

		isolant et nombre de conducteurs chargés (3 ou 2)								
		caoutchouc ou PVC			butyle ou PR ou éthylène PR					
lettre de sélection	B	PVC3	PVC2		PR3		PR2			
	C		PVC3		PVC2	PR3		PR2		
	E			PVC3		PVC2	PR3		PR2	
	F				PVC3		PVC2	PR3		PR2
section cuivre (mm²)	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		1 083
	630					855	1 005	1 088		1 254

TABLEAU 15: LA SECTION DES CABLES

cos φ = 0,85																
câble	cuivre															
S (mm²)	1,5	2,5	4	6	10	16	25	35	50	70	95	120	150	185	240	300
In (A)																
1	0,5	0,4														
2	1,1	0,6	0,4													
3	1,5	1	0,6	0,4												
5	2,6	1,6	1	0,6	0,4											
10	5,2	3,2	2	1,4	0,8	0,5										
16	8,4	5	3,2	2,2	1,3	0,8	0,5									
20		6,3	4	2,6	1,6	1	0,6									
25		7,9	5	3,3	2	1,3	0,8	0,6								
32			6,3	4,2	2,6	1,6	1,1	0,8	0,5							
40			7,9	5,3	3,2	2,1	1,4	1	0,7	0,5						
50				6,7	4,1	2,5	1,6	1,2	0,9	0,6	0,5					
63				8,4	5	3,2	2,1	1,5	1,1	0,8	0,6					
70					5,6	3,5	2,3	1,7	1,3	0,9	0,7	0,5				
80					6,4	4,1	2,6	1,9	1,4	1	0,8	0,6	0,5			
100					8	5	3,3	2,4	1,7	1,3	1	0,8	0,7	0,65		
125						4,4	4,1	3,1	2,2	1,6	1,3	1	0,9	0,21	0,76	
160							5,3	3,9	2,8	2,1	1,6	1,4	1,1	1	0,97	0,77
200							6,4	4,9	3,5	2,6	2	1,6	1,4	1,3	1,22	0,96
250								6	4,3	3,2	2,5	2,1	1,7	1,6	1,53	1,2
320									5,6	4,1	3,2	2,6	2,3	2,1	1,95	1,54
400									6,9	5,1	4	3,3	2,8	2,6	2,44	1,92
500										6,5	5	4,1	3,5	3,2	3	2,4

TABLEAU 16: LA CHUTE DE TENSION

ANNEXE 2

COURBE	CARACTERISTIQUE
B	le disjoncteur a un déclenchement magnétique relativement bas (entre 3 et 5x**In**) et permet d'éliminer les courts-circuits de très faible valeur. Cette courbe est également utilisée pour les circuits ayant des longueurs de câbles importantes, notamment en régime TN.
C	ce disjoncteur couvre une très grande majorité des besoins (récepteurs inductifs) et s'utilise notamment dans les installations électriques domestiques. Son déclenchement magnétique se situe entre 5 et 10x**In.**
D	cette courbe est utilisée pour la protection des circuits où il existe de très fortes pointes de courant à la mise sous tension (ex: moteurs). Le déclenchement magnétique de ce disjoncteur se situe entre 10 et 20x**In.**

TABLEAU 17: LES COURBES DE DECLENCHEMENT

La plaque signalétique du transformateur :

Marque : Merlin Gerin

Puissance : 800KVA

Fréquence : 50Hz

Tension C/C : 6%

Norme : NF 52-100, NM 52-100, CEI-76

Tension		**Primaire**	**secondaire**
Position	1 2 3 4 5	23000 22000 20900	400
courant		21	1154.73
couplage		Δ	Y

TABLEAU 18: LA PLAQUE SIGNALETIQUE DU TRANSFORMATEUR

Groupe : Dyn11

Diélectrique : 810 Kg

Nature du Diélectrique : huile

Masse totale : 2575 Kg

Température de fonctionnement : 90°C