République **A**lgérienne **D**émocratique et **P**opulaire
Ministère de l'**E**nseignement **S**upérieur et de la **R**echerche **S**cientifique

UNIVERSITE **M**OULOUD **M**AMMERI DE **T**IZI-**O**UZOU

FACULTE DU **G**ENIE **E**LECTRIQUE ET D' **I**NFORMATIQUE
DEPARTEMENT D' ELECTROTECHNIQUE

Mémoire de Fin d'Etudes de MASTER PROFESSIONNEL

Domaine : **Sciences et Technologies**
Filière : **Génie Electrique**
Spécialité : **Electrotechnique Industrielle**

Présenté par

Massinissa AKKOU

Smail ALLOU

Thème

Etude et réalisation d'une armoire électrique d'un bloc Mixeur en vue de sa commande

Mémoire soutenu publiquement le 13/07/ 2017 devant le jury composé de :

Salah HADDAD
Professeur, UMMTO, Président

Nacer Eddine BENAMROUCHE
Professeur, UMMTO, Encadreur

Ferroudja BITAM-MEGHERBI
Professeur, UMMTO, Examinatrice

Rahma Kachenoura
MCB, UMMTO, Examinatrice

REMERCIEMENTS

Nous remercions dieu le tout puissant qui nous a donné la force et le courage d'accomplir ce travail.

Nous tenons à remercier vivement notre Encadreur Monsieur KAHIA Amine, ingénieur automaticien à la société SPA Fruital Coca Cola. En lui exprimant ici toute notre reconnaissance et qu'il veuille accepter l'expression de notre profonde et respectueuse gratitude pour son aide, son soutien, ses directives et conseils judicieux et son suivi régulier, ce qui a permis l'accomplissement de ce modeste travail.

Nous tenons à remercier tout particulièrement notre promoteur Monsieur Nacer Eddine Benamrouche pour l'aide compétente qu'il nous a apporté, pour sa patience et son encouragement à finir ce travail.

Nous adressons également nos plus vifs remerciements à tous les ingénieurs de la société SPA Fruital Coca Cola et spécialement aux Messieurs Abdelghani, khlif, Arrab, mon ami, jugurta et karim pour les grands aides qu'ils nous ont apportés.

Nous tenons à exprimer toute reconnaissance à Monsieur Fekik Arizki. On le remercie de nous avoir, orienté, aidé et conseillé.

Nos remerciements vont aussi à tous le corps enseignant de l'UMMTO spécialement les enseignants de la faculté de génie électrique et d'informatique pour leurs apports de connaissances durant nos cinq années d'études.

Nous adressons nos sincères remerciements à tous les professeurs, intervenants et toutes les personnes qui par leurs paroles, leurs écrits, leurs conseils et leurs critiques ont guidé nos réflexions et ont accepté à nous rencontrer et répondre à nos questions durant nos recherches.

Nos vives reconnaissance vont également à tous les membres du jury d'avoir accepté d'examiner notre travail.

Un grand merci à nos familles et amis qui nous ont soutenues et aidées tout au long de notre projet.

DÉDICACES

Grâce à Dieu on a pu accomplir ce travail.
je le dédié,

A ma mère, la femme la plus chère au monde la sources de toutes mes reussite.

A mon père le plus cher homme du monde, la source de patience.
Je les remercie du fond de mon cœurs et je leurs serais toujours reconnaissant.

A mes très chères frères et sœurs.
Et à toute ma famille.

A la mémoire de Hamadi Said quelqu'unde très cher et ma chere Ania.

Au pettits : Ishak,Adam,Houssem,Rayam,Imane et Katia.

A mes très chers amis : Abdou, Wassim, Hakim,Idir,Athmane,Mouha et a mon binome Massi.
Et à tous ceux qui m'aime de proche ou de loin.

smail

A cœur vaillant rien d'impossible
A conscience tranquille tout est accessible

Aujourd'hui, ici rassemblés auprès des jurys,
Nous prions dieu que cette soutenance
Fera signe de persévérance
Et que nous serions enchantés
Par notre travail honoré

Je dédie ce modeste travail à :

À MES CHERS PARENTS

Aucune dédicace ne saurait exprimer mon respect, mon amour éternel et ma considération pour les sacrifices que vous avez consenti pour mon instruction et mon bien être.
Je vous remercie pour tout le soutien et l'amour que vous me portez depuis mon enfance et j'espère que votre bénédiction m'accompagne toujours.
Que ce modeste travail soit l'exaucement de vos vœux tant formulés, le fruit de vos innombrables sacrifices, bien que je ne vous en acquitterai jamais assez.
Puisse Dieu, le Très Haut, vous accorder santé, bonheur et longue vie et faire en sorte que jamais je ne vous déçoive.

A MES CHERS ET ADORABLE FRERES ET SOEURS

En témoignage de mon affection fraternelle, de ma profonde tendresse et reconnaissance, je vous souhaite une vie pleine de bonheur et de succès et que Dieu, le tout puissant, vous protège et vous garde.

À MES AMIS DE TOUJOURS : MASSI.CH, YACINE.Z, ABED.R, BOUSSAD.Z, MON BINOME SMAIL…

En souvenir de notre sincère et profonde amitié et des moments agréables que nous avons passés ensemble.
Veuillez trouver dans ce travail l'expression de mon respect le plus profond et mon affection la plus sincère.

À TOUTES LES PERSONNES QUI ONT PARTICIPÉ A L'ÉLABORATION DE CE TRAVAIL À TOUS CEUX QUE J'AI OMIS DE CITER

A tous ceux qui, par un mot, m'ont donné la force de continuer …..

MASSINISSA.A

DEDICACE

Sommaire

Sommaire

Introduction générale 1

Chapitre I : Description et présentation de la machine

I.1 Introduction 3

I.2 Description générale du procédé de fabrication des boissons gazeuses 3

I.2.1 Procédé de fabrication 3

I.2.1.1 Le traitement d'eau 4

I.2.1.2 La siroperie 4

I.2.1.3 Lignes de production 4

I.3 Définir la machine à étudier 5

I.3.1 Présentation de CARBOMIX (PREMIX) 6

I.3.2 Procédé de fabrication du soda 7

I.3.3 Caractéristiques techniques 7

I.3.4 Description cycle de la machine 8

I.3.5 Description des parties du mixeur 8

I.3.5.a Partie opérative 9

I.3.5.b Partie commande 10

I.3.5.c Partie signalisation 11

I.3.6 Inconvénients de système 12

I.4 Les systèmes automatisés 13

I.4.1 Définition d'un système automatisé 13

I.4.2 objectifs de l'automatisation 13

I.5 Présentation du nouveau système 13

I.6 Cahier des charges 14

I.6.1Pourquoi un cahier des charges 14

I.6.2 Définition de cahier des charges 14

I.6.3 Rédiger un cahier des charges 14

I.6.4 Présentation de cahier des charges 15

I.7 Conclusion 15

Chapitre II : Instrumentations utilisées.

II.1 Introduction 17

II.2 Les capteurs 17

II.2.1 Définition 17

II.2.2 Caractéristique d'un capteur 18

II.2.3 Classification des capteurs 18

II.2.3.a Capteur Tout Ou Rien (T.O.R) 18

II.2.3.b Capteur analogique 19

II.2.3.c Capteur numérique 19

II.2.4 Types de capteurs utilisés 20

II.2.4.1 Sonde de pression 20

II.2.4.2 Sonde de température 20

II.2.4.3 Sonde de niveau 20

II.2.4.4 Capteur de débit (débitmètre) 21

II.3 Les pré-actionneurs 21

II.3.1 Les relais 22

II.3.2 Contacteur 22

II.3.3 Les fusibles 23

II.3.4 Le sectionneur 23

II.4 Les actionneurs 24

II.4.1 Electrovanne 24

II.4.1.a Electrovanne tout ou rien 24

II.4.1.b Electrovanne proportionnelle « modulante » 24

II.4.2 Moteurs et pompes 25

II.5 Un automate programmable industriel 25

II.6 Variateurs de vitesse 25

II.7 Démarreur progressif 25

II.8 Echangeur à plaques 26

II.9 Mélangeur statique 27

II.10 Un refractomètre 27

II.11 Régulateur utilisé 27
II.11.1 Types de correcteurs 27
II.11.2 Régulateur PID 28
II.12 Conclusion 28

Chapitre III : Etude et dimensionnement de l'armoire électrique

III.1 Introduction 29
III.2 Contenu d'une armoire électrique 29
III.3 Etapes de réalisation de l'armoire du carbomix 29
III.3.1 Collecte d'information du carbomix 30
III.3.2 Choix des organes de commande 31
III.3.3 Choix de l'alimentation stabilisée 31
III.3.4 Choix du démarrage des moteurs 32
III.3.4.a Le démarrage direct 33
III.3.4.b Le démarrage des moteurs à variateurs de vitesse 34
III.3.4.c Le démarrage des moteurs avec démarreur progressif 35
III.3.5 Dimensionnement des sections des conducteurs et des protections 35
III.3.5.a Calcul du courant d'emploi IB 37
III.3.5.b Le courant assigné nominal du dispositif de protection (Ir) 40
III.3.5.c Le courant admissible en fonction des influences extérieures Iz' 41
III.3.5.d Le choix des sections des conducteurs 44
III.3.5.e Section du conducteur de protection(PE) 47
III.3.6 Choix et dimensionnement des protections 47
III.3.6.a Les régimes de neutre 48
III.3.6.b La sécurité des personnes 50
III.3.6.c La protection contre les courts circuits 54
III.3.6.d La protection contre les surcharges 56
III.3.7 Réalisation du schéma de câblage électrique de l'armoire 59
III.3.8 Choix de l'armoire 59
III.4 Conclusion 60

Chapitre IV : Programmation du système à l'aide de STEP 7

IV.1 Introduction 61
IV.2 Présentation des API 61
IV.2.1 Définition 61
IV.2.2 Rôle des API 61
IV.2.3 Architecture des API 61
II.2.3.a. Aspect extérieur 61
IV.2.3.b Structure interne des API 63
IV.3 Câblage des entrées/sorties d'un automate 66
IV.3.1 Alimentation d'un automate 66
IV.3.2 Alimentation des entrées 66
IV.3.3 Alimentation des sorties 66
IV.4 Traitement du programme automate 66
IV.5 Critères de choix d'un API 67
IV.6 Avantages et inconvénients des API 68
IV.7 Présentation de l'automate s7-300 68
IV.7.1 Description de la CPU 315 2DP 69
IV.7.2 Caractéristiques de la s7-300 70
IV.7.3 Les composants de S7-300 71
IV.8 Les blocs de S7 72
IV.8.1 Bloc système 72
IV.8.2 Blocs utilisateurs 72
IV.8.2.a Types de blocs utilisateurs 72
IV.9 Configuration matérielle 73
IV.10 Table des mnémoniques 74
IV.11 Test et validation de notre programme 75
IV.12 Conclusion 78
Conclusion générale 79

Introduction Générale

Introduction générale

L'évolution des objets techniques assurant le confort des êtres humains est liée à l'évolution des besoins de la société, aux modes de vie d'une région ou d'un pays et au choix esthétique d'une époque. Elle est aussi liée à l'évolution des moyens techniques disponibles (procédés de fabrication, matériaux, énergie, progrès scientifiques…).

L'évolution des solutions techniques a permis le passage de solutions techniques non mécanisées à des :

- solutions techniques mécanisés, ou l'énergie musculaire est remplacée par une autre énergie pour faire fonctionner les objets techniques.
- solutions techniques automatisées et informatisées, ou des taches sont effectuées et commandées par une machine programmable par l'utilisateur (exemple: invention de l'ascenseur).

Le domaine de l'électrotechnique regroupe des sciences en constante évolution présenté à tous les niveaux de la société telles que l'informatique industrielle, l'automatique, la robotique, le traitement de signal, l'électronique et les télécommunications.

Dans le cadre de notre formation de Master, on a réalisé un stage de fin d'études de trois mois au sein de l'entreprise multinationale Fruital Coca Cola.

Pendant ce stage on avait l'opportunité de participer à des missions diverses qui nous ont permis d'apprendre et de comprendre le fonctionnement de la machine CARBOMIX.

Le projet qui nous a été confié par l'entreprise Fruital Coca Cola, entre dans le cadre de la mise en évidence de nos connaissances acquises pendant notre cursus universitaire, ainsi dans la perspective de rénovation de l'automatisme et de redimensionnement et réalisation d'une armoire électrique en vue d'améliorer , d'alimenter, de protéger et de commander tous les équipements du système CARBOMIX.

Pour ce faire nous avons repartis notre travail en quatre chapitres principaux :

Dans le premier chapitre nous allons décrire et présenter les différentes parties et éléments constituant le CARBOMIX, et proposer une amélioration pour l'automatisation de ce dernier en suivant un cahier des charges bien défini.

Le deuxième chapitre est affecté à la détermination de l'instrumentation utilisée.

Le troisième chapitre est consacré à l'étude et au redimensionnement de l'armoire électrique. Ainsi qu'à sa réalisation et le câblage des constituants de cette dernière.

Le quatrième chapitre est dédié à la description de l'automate S7-300 et à la programmation du système à l'aide de logiciel STEP 7.

Enfin on termine notre travail avec une conclusion générale.

CHAPITRE I

Description et présentation de la machine

I.1 Introduction

L'évolution du style et du mode d'alimentation actuel de la population a conduit au développement du secteur agroalimentaire. Pour répondre à la forte consommation des boissons gazeuses, l'industrie a dû s'adapter et investir sur la recherche de systèmes de production fiables et rapides. Ce premier chapitre sera consacré à la description générale du procédé de fabrication des boissons de l'entreprise Fruital Coca Cola. Aussi, nous allons décrire avec détails les différentes parties constituantes de la machine CARBOMIX (MIXEUR), ainsi que la présentation des cahiers de charges.

I.2 Description générale du procédé de fabrication des boissons gazeuses

I.2.1 Procédé de fabrication

La fabrication des boissons gazeuses ou de jus de fruits dans les industries agroalimentaires, nécessite essentiellement trois grandes stations (**Figure I.1**) :

1. L'unité de traitement d'eau.
2. La siroperie.
3. La production.

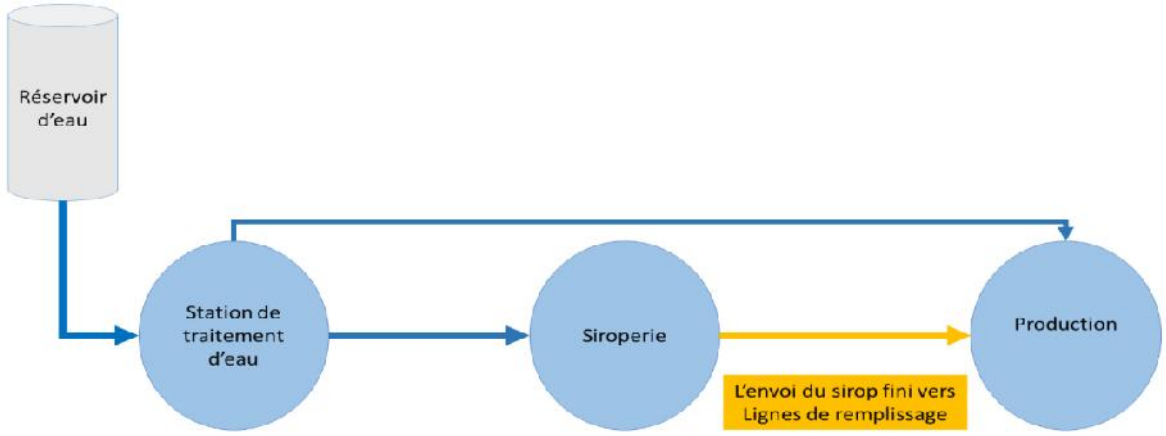

Figure I.1 : Schéma synoptique générale des étapes de fabrication des boissons sucrées.

I.2.1.1 Le traitement d'eau

La production des boissons débute essentiellement par le traitement et l'épuration de l'eau, de façon qu'elle puisse répondre aux normes strictes du contrôle de qualité, car celle-ci constitue l'élément majeur dans la composition du produit final, afin d'obtenir de l'eau osmosée, l'eau brute qui parvient du réservoir passe par un filtre à sable, puis par un filtre à charbon, ensuite par un osmoseur comme indiqué dans la **Figure I.2**.

Ce traitement permet d'éliminer les sels minéraux constitués de fer et de manganèse qui influent sur le goût, l'odeur ainsi que l'apparence de la boisson.

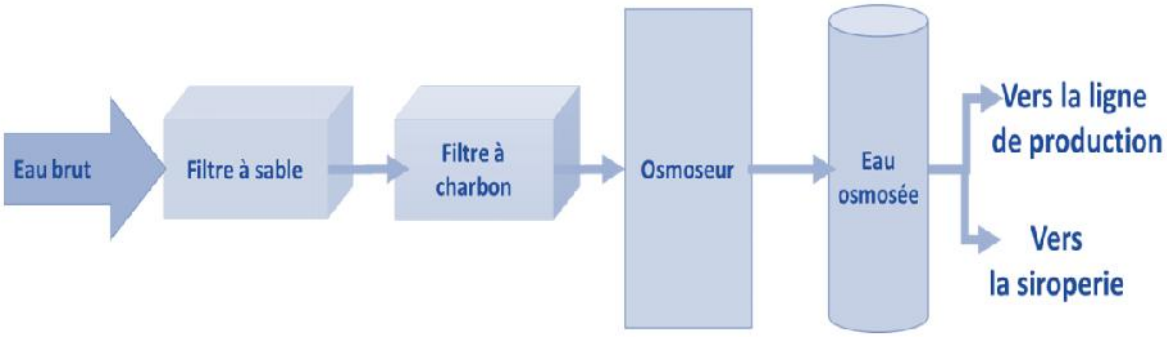

Figure I.2 : Schéma synoptique du procédé de traitement d'eau.

I.2.1.2 La siroperie

Au niveau de la siroperie s'effectue la préparation des sirops destinés à la fabrication desdifférentes boissons.

I.2.1.3 Lignes de production

Les lignes de production permettent d'alimenter les unités de remplissage avec le produitdemandé. Aussi, le sirop fini est envoyé de la siroperie vers l'unité de production de boisson finale, et de remplissage. Au niveau de ces unités le sirop passe par :

♣Le mixeur.

♣L'unité de remplissage.

Le mixeur : Pour obtenir une boisson gazeuse, le sirop fini doit passer par le mixeur, celui-ci représente l'avant dernière phase de la production, il permet demélanger le sirop fini avec l'eau traitée refroidie par l'eau glycolée et du gaz carboniquedans des proportions bien définies.

L'unité de remplissage : Fruital Coca Cola dispose de sept lignes de remplissage, chacune d'elles est composée de différents éléments caractérisés selon la nature de l'emballage (la

bouteille).On distingue trois types de lignes de remplissages. Une lignedestinée à la canette, ainsi que deux lignes pour les bouteilles en verre et quatre lignes pour lesbouteilles en plastiques. La **Figure I.5** illustre l'ordre des équipements de chaque type de ligne deremplissage.

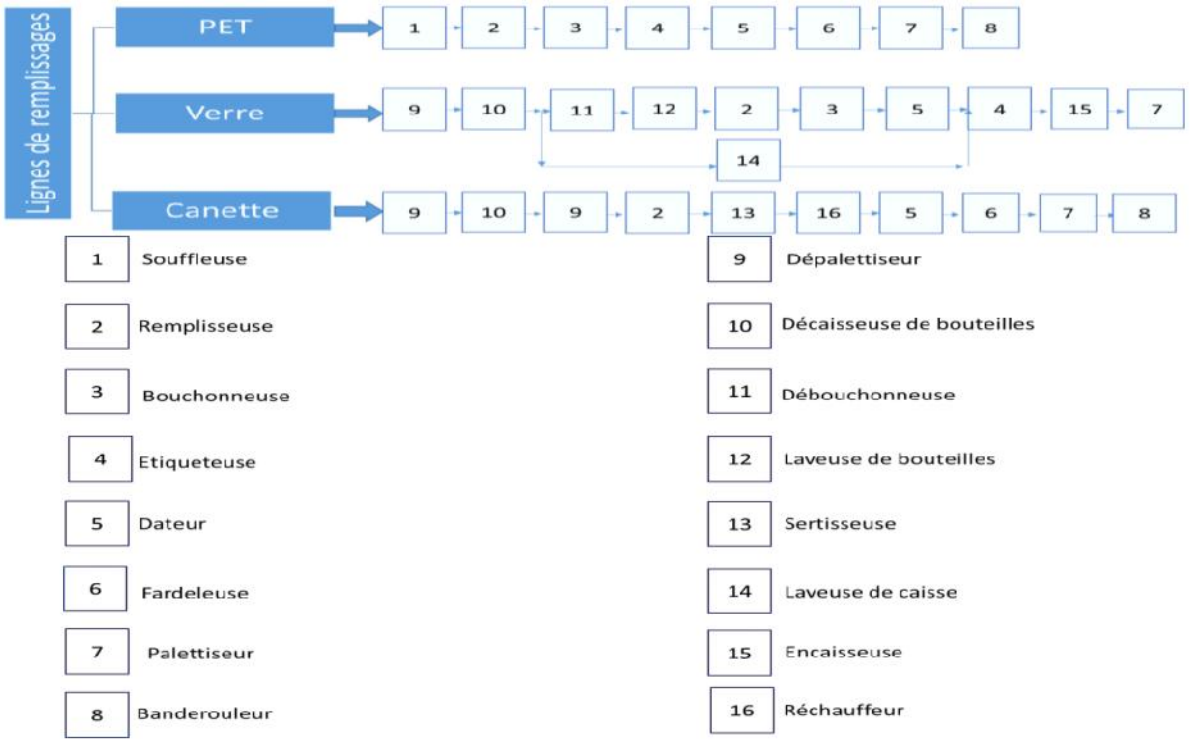

Figure I.3 : Schéma bloc des lignes de remplissages

I.3 Définir la machine à étudier

Les PREMIXS (MIXEURS) sont des machines adaptées au dosage de deux composants liquides en continu et l'ajout de CO2 (mélange d'eau plus sirop et ajout de CO2).

Ils sont principalement utilisés pour les boissons gazeuses ou bien pour la préparation des jus de fruits. Toutes les machines sont réalisées selon les normes hygiéniques, sanitaires et alimentaires, toutes les parties en contact avec le produit sont fabriquées en acier INOX.

La machine à étudier est un dispositif qui sert à la préparation des boissons non alcoolisés (CARBOMIX).

Le CARBOMIX qui précède à la préparation de la boisson qui sera versé initialement au niveau de la soutireuse après avoir eu le contrôle du laboratoire (contrôle de qualité).

Figure I.4 :CARBOMIX

I.3.1 Présentation de CARBOMIX (PREMIX)

Le MIXEUR ou CARBOMIX sur lequel on va travailler fonctionne déjà en logique câblée, et il est commandé et assisté manuellement par un opérateur pendant toute la période d'exécution du processus. Cette tache prend beaucoup de temps pour la préparation de produit. Elle présente aussi des erreurs et des pertes pendant le processus surtout au démarrage, ses erreurs sont corrigées par l'opérateur lui-même.

Ce système comporte deux grandes cuves (désaérateur, saturateur), deux petites cuves voisines (eau, sirop) et 4 pompes hydrauliques qui servent à l'envoi des différents composants de produit fini.

I.3.2 Procédé de fabrication du soda

Bien que l'eau soit le seul liquide indispensable à notre organisme, d'autres boissons telles que les jus et les sodas permettent d'associer le besoin en eau et plaisirs.

✓ Principaux composants d'une boisson gazeuse

Une boisson gazeuse est composée principalement d'eau, de sirop et de dioxyde de carbone 'CO2'.

- **L'eau :** Elle doit être d'une très bonne qualité afin de ne pas affecter le gout ou les propriétés du produit fabriqué.
- **Le sirop :** la composition du sirop peut différer d'un fabriquant à un autre, mais ils ont tous en commun ces 4 composants de base : sucre, saveurs et textures, acides citriques et des extraits végétaux et extraits de plantes.
- **Le dioxyde de carbone 'CO2' :** du CO2 alimentaire est injecté sous pression lors de la phase de carbonatation afin de dissoudre ce dernier dans le liquide constituant la boisson à fabriquer. En fonction de la concentration du CO2, on obtient une boisson plus ou moins pétillante. A titre indicatif, les boissons de type soda contiennent environ 5g/l de CO2.

I.3.3 Caractéristiques techniques

Puissance totale	28 kw
Tension	400 v
Fréquence	50 Hz 3 ph

Tableau I-1

Pour exécuter une correcte manutention, la machine est divisée en :

- Monobloc avec tableau électrique.
- Echangeur de chaleur à plaque.
- Tuyauterie.

I.3.4 Description cycle de la machine

La machine mélange le sirop fini venant de la siroperie avec de l'eau et CO2 pour obtenir la boisson gazeuse à 12 degré Celsius avec une production de 14000 litre/heure ce qui fait 42000 bouteilles/heure.

Avant l'arrivée de l'eau dans le désaérateur, ce dernier est soumis à une pression de 0.5 bar sous effet d'injection de CO2 dans le but de chasser l'oxygène de l'eau, et avoir de l'eau gazé.

L'eau gazée est envoyé de la pompe d'alimentation eau dans la section de refroidissement avec l'eau glycolée de l'échangeur de chaleur ou elle est amenée à une température de 8 degré Celsius. Puis de la sortie de l'échangeur vert la première petite cuve d'eau gazée. A ce niveau on fait appel au sirop débarqué de la siroperie dans la deuxième petite cuve de sirop.

Le mélange eau gazée + sirop doit établir certain primitifs de proportionnalités en respectant le rapport eau/sirop (égale à 4).Pour ce faire on agit sur le débit d'eau par l'intermédiaire d'une vanne de dosage d'eau tout en gardant le débit de sirop fixe.

Le produit est envoyé dans le saturateur par voie de la pompe d'alimentation de ce dernier. Ce produit fini doit répondre aux exigences de contrôle de qualité qui se fait au niveau de laboratoire. Pour satisfaire le contrôle de qualité, la cuve de récolte comporte deux parois (l'une dans l'autre) sous un vide ou l'eau glycolée circule pour maintenir la température de produit final à 8 degré Celsius. En tenant compte aussi de signaler que la pression dans le saturateur est de 4 bars.

Enfin la boisson finie est envoyée à la remplisseuse par intermédiaire de la pompe d'envoi.

I.3.5 Description des parties du mixeur

Le MIXEUR ou CARBOMIX se dispose de divers composants qui peuvent être répartis en trois grande parties :

I.3.5.a Partie opérative

La partie opérative (P O) appelée aussi partie puissance est un processusPhysique, elle est le siège des conversions énergétiques, elle reçoit les ordres de la partie commande et lui adresse des comptes rendus. Cette partie est composée des éléments suivants :

- **Les pré-actionneurs**

Les pré-actionneurs reçoivent les signaux de commande et réalisent la commutation de puissance avec les actionneurs. Les pré-actionneurs des moteurs électriques sont appelés les contacteurs. Les pré-actionneurs des vérins et des moteurs hydraulique sont appelés distributeurs (à commande électrique ou pneumatique).

- **Les capteurs**

Les capteurs communiquent à la partie commande des informations sur la Position d'un mobile, une vitesse, la présence d'une pièce, une pression….etc.

Les capteurs utilisés dans le mixeur sont des capteurs T.O.R (tout ou rien), qui délivrent un signal de sortie logique, c'est-à-dire 0 ou 1.

- **Les actionneurs**

Ils convertissent l'énergie d'entrée disponible sous une certaine forme (électrique, pneumatique) en une énergie utilisable sous une autre forme (mécanique) dans notre cas les actionneurs utilisés sont des pompes.

Figure I.5 : Pompe hydraulique

I.3.5.b Partie commande

Appelée également partie traitement des informations, elle regroupe tous les composants de traitement des informations nécessaires à la bonne marche de la partie opérative. La partie commande communique avec l'opérateur par l'intermédiaire des signalisations. Elle est basée sur la logique câblée pour entrainer les mouvements du système.

Figure I.6 : Armoire de commande de MIXEUR

I.3.5.c Partie signalisation

Cette partie permet à l'opérateur de dialoguer et de commander la partie opérative. Elle comporte :

-des capteurs de commande (marche, arrêt, arrêt d'urgence).

-des voyants de signalisation (mise sous tension, fonctionnement normal….).

-des appareils de mesure de pression (manomètre), de tension (voltmètre), d'intensité (ampèremètre), de température (thermomètre).

Figure I.7 : Les parties commande et signalisation

I.3.6 Inconvénients du système

-temps de réponse des équipements de l'armoire pneumatique est plus important.

-l'insatisfaction de la demande de marché.

-nécessité d'un laboratoire de contrôle.

-indisponibilité d'un opérateur permanent pour assurer le bon fonctionnement de la machine.

-manque de précision.

-trop de câblage au niveau des armoires électrique et pneumatique.

-complexité de la maintenance [1].

- En vue d'améliorer notre système et d'augmenter le taux de production et sa qualité on va l'automatiser en utilisant des nouvelles technologies existantes dans ce domaine.

I.4 Les systèmes automatisés

I.4.1 Définition d'un système automatisé

Un système est dit automatisé s'il exécute toujours le même cycle de travail pour lequel il a été programmé.

Le système automatisé consiste à réduire l'intervention humaine tout au long du processus de fabrication, à optimiser l'utilisation des matières et des énergies par l'emploi de nouvelles technologies, à innover en terme de performances, de qualité. Cette automatisation permet donc globalement de rendre plus compétitif le produit.

I.4.2 objectifs de l'automatisation

-bénéficier d'une visibilité claire et complète.

-accélérer la clôture des périodes et accroitre leur fiabilité.

-doper la production.

-améliorer la qualité.

-adopter les meilleures pratiques.

-optimiser le bien le plus précieux de l'entreprise.

-améliorer ses conditions de travail en supprimant les taches les plus pénibles et en augmentant la sécurité.

I.5 Présentation du nouveau système

La machine mélange le sirop fini avec de l'eau et CO2 pour obtenir la boisson gazeuse à 12 degré Celsius avec une production de 25000 L/h.

Le sirop fini, qui entre à une température de 25° C, passe à travers l'échangeur de chaleur à plaques dans la section de refroidissement avec de l'eau glycolée ou il est amené à une température de 7° C. Le sirop refroidi arrive dans le réservoir de stockage sirop.

L'eau introduite dans le dégazeur est éliminé à travers la pompe à vide. L'eau dégazée est envoyée de la pompe d'alimentation eau dans la deuxième section de refroidissement avec l'eau glycolée de l'échangeur de chaleur, ou elle est amenée à une température de 8° C à la sortie de l'échangeur de chaleur on va mettre dans l'eau le CO2 pour le gazage. La solution de CO2 et eau passe à travers le mélangeur statique, dans lequel elle est mélangée.

A ce stade on ajoute dans l'eau avec gaz le sirop qui vient de la pompe d'envoi sirop. Le sirop et l'eau passent à travers le mélangeur statique 2ou il forme la boisson gazeuse finie qui va au saturateur.

Une pompe de recirculation permet au réfractomètre de vérifier que la concentration de la boisson est comme demandée.

La boisson finie, avec une pompe d'envoi, est envoyée à la remplisseuse.

Un tableau électrique va gérer et envoyer les signaux à la machine.

I.6 Cahier des charges

I.6.1 Pourquoi un cahier des charges ?

Le cahier des charges sert à formaliser le besoin et l'expliquer aux différents acteurs pour s'assurer que tout le monde est d'accord.

I.6.2 Définition de cahier des charges

Le terme cahier des charges désigne un document qui fera office de contrat entre deux parties. Ce document décrit les besoins d'un utilisateur en termes de fonctions à assurer et d'objectifs à atteindre.

Autrement dit le cahier des charges est un document identifiant une performance, une caractéristique physique, ou un niveau de qualité, définissant un produit, ou un procédé, pour lesquels une action sera développée.

I.6.3 Rédiger un cahier des charges

Un cahier des charges correct exprime un besoin nécessaire, réalisable et véritable :

-Nécessaire : le cahier des charges indique tous les paramètres nécessaires à la conception et réalisation du projet, mais ne doit pas exprimer des besoins qui ne sont pas nécessaires.

-Réalisable : le cahier des charges exprime un besoin qui est techniquement et financièrement réalisable dans le cadre du planning du cahier des charges, et des moyens disponibles.

-vérifiable : l'auteur du cahier des charges doit s'assurer qu'il existe des moyens de vérifier ce qui est requis.

I.6.4 Présentation de cahier des charges

Après avoir vu le principe de fonctionnement de toute la machine, nous avons proposé une amélioration présentée dans le cahier des charges suivant :

-changement de principe de mélange eau+sirop en contrôlant le débit de sirop au lieu de celui l'eau.

-un automate programmable S7-300 – CPU 315 2DP pour éliminer la logique câblée et les modules logos.

-Deux variateurs de vitesse de marque DanFoss pour varier le débit de sirop et le débit d'envoi de la boisson finie par l'intermédiaire de deux pompes.

-remplacement des vannes modulantes pneumatiques par d'autre électriques.

-l'ajout de deux pompes, une à vide pour assurer la désaération de l'eau et l'autre pour contrôler le débit de sirop.

-un réfractomètre pour assurer le control de qualité de la boisson finie.

-une pompe de recirculation de produit fini dans le réfractomètre pour le control de qualité.

-remplacer les capteurs de niveau logiques (T.O.R) par des capteurs analogiques au niveau de la cuve de sirop et de saturateur.

-on ajoute des capteurs de température et des capteurs de niveau sécurité assurant la protection des équipements de la machine.

-un mélangeur statique.

-un écran HMI (Homme Machine Interface) pour la supervision.

I.7 conclusion

Nous venons de voir le procédé de fabrication de la boisson gazeuse de manière générale. Nous avons vu aussi la description de mixeur, les insuffisances que présente le système actuel et bien comprendre son processus de fonctionnement.

Nous avons vu les objectifs que présente l'automatisation pour atteindre des niveaux élevés de production et de sécurité……etc.

Nous avons proposé des solutions afin de perfectionner le mode de fonctionnement de carbomix à automatiser et réduire au maximum les pertes.

Nous avons aussi proposé un cahier des charges bien défini servant à améliorer le système actuel et dans le but de satisfaire les exigences et les objectifs tracés par l'entreprise.

Puis nous avons présenté le nouveau système et son principe du fonctionnement.

Dans le chapitre qui suit nous allons faire l'étude des instruments utilisés dans la réalisation du nouveau système, et effectuer un choix précis qui conviendra au cahier de charge bien défini.

CHAPITRE II

Instrumentations utilisées

II.1 Introduction

Dans ce chapitre nous allons présenter l'ensemble des instruments qui seront utilisés pour la matérialisation de la solution proposée, comme première partie, nous allons voir en général l'ensemble des capteurs, actionneurs, prés actionneurs, et leurs principe de fonctionnement.

La deuxième partie sera consacrée aux choix des appareils, ainsi que leurs branchements dans notre système.

II.2 Les capteurs

Dans de nombreux domaines (industrie, recherche scientifique, services, loisirs ...), on a besoin de contrôler de nombreux paramètres physiques (température, force, position, vitesse, pression, débit, niveau, luminosité, ...).Le capteur est l'élément indispensable à la mesure de ces grandeurs physiques.

Figure II-1: Les différents types de capteurs

II.2.1 Définition

Un capteur est un organe de prélèvement d'information qui élabore à partir d'une grandeur physique, une autre grandeur physique de nature différente (très souvent électrique). Cette grandeur représentative de la grandeur prélevée est utilisable à des fins de mesure ou de commande.

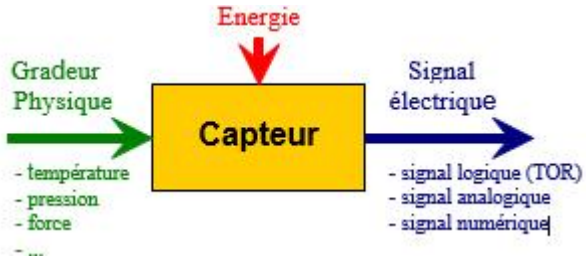

Figure II-2: Principe de fonctionnement d'un capteur

II.2.2 Caractéristique d'un capteur

Etendue de mesure : Valeurs extrêmes pouvant être mesurée par le capteur.

Résolution : Plus petite variation de grandeur mesurable par le capteur.

Sensibilité : Variation du signal de sortie par rapport à la variation du signal d'entrée.

Précision : Aptitude du capteur à donner une mesure proche de la valeur vraie.

Rapidité : Temps de réaction du capteur. La rapidité est liée à la bande passante.

Linéarité : représente l'écart de sensibilité sur l'étendue de mesure

II.2.3 Classification des capteurs

Il existe 3 grande familles de capteurs :

-les capteurs **Tout Ou Rien (TOR)**,

-les capteurs **analogiques,**

-les capteurs **numériques.**

II.2.3.a Capteur T.O.R

Ce type de capteur permet de détecter un événement ou un objet lié au fonctionnement du système technique.

Le signal électrique en sortie de ce capteur est de type logique (signal acceptant 2 niveaux : niveau logique 0 (NL0) ou niveau logique 1 (NL1).

II.2.3.b Capteur analogique

Un capteur est dit analogique si l'amplitude de la grandeur physique le représentant peut prendre une infinité de valeurs dans un intervalle donné.

Signal continu : c'est un signal qui varie lentement dans le temps : température, débit, niveau.

Forme : c'est la forme de ce signal qui est importante : pression cardiaque, chromatographie, impact.

Fréquentiel : c'est le spectre fréquentiel qui transporte l'information désirée ; analyse vocale, sonar, spectrographie.

II.2.3.c Capteur numérique

Ce type de capteur produit un nombre binaire **N** (combinaison de signaux logiques) qui dépend directement de la grandeur physique à capter.

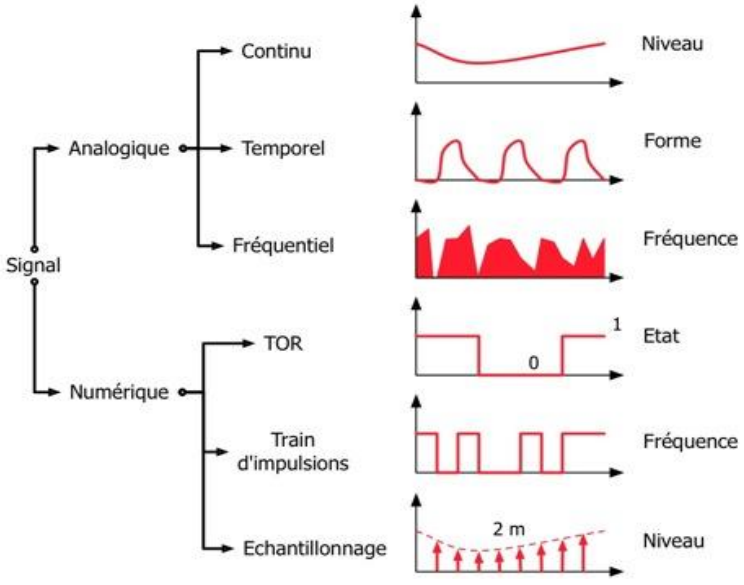

Figure II-3: Les différents types de signaux

II.2.4 Types de capteurs utilisés

II.2.4.1 Sonde de pression

Une sonde de pression ou un capteur de pression est un dispositif destiné à convertir les variations de pression en variations de tension électrique.

Figure II-4 : Capteurs de pression Endress et Hauser

II.2.4.2 Sonde de température

Les sondes de température (ou capteurs de température) sont des dispositifs permettant de transformer l'effet du réchauffement ou du refroidissement sur leurs composants en signal électrique.

Figure II-5 : Sonde de température Endress + Hauser

II.2.4.3 Sonde de niveau

Un capteur de niveau est un dispositif électronique qui permet de mesurer la hauteur du matériau, en général du liquide, dans un réservoir ou un autre récipient.

Figure II-6 : Sonde de niveau capacitive (E+H)

Figure II-7 : Lame vibrante(E+H)

II.2.4.4 Capteur de débit (débitmètre)

Le débitmètre est un appareil de contrôle, de mesure ou de réglage du débit, en volume ou en masse, d'un fluide, d'un liquide ou d'un gaz s'écoulant à l'air libre ou dans une canalisation.

Figure II-8 : Débitmètre Endress+Hauser [7]

Remarque : les capteurs utilisés sont de marque Endress et Hauser.

II.3 Les pré-actionneurs

Les pré-actionneurs sont des constituants qui, sur ordre de la partie decommande, assurent la distribution de l'énergie de puissance auxactionneurs. Dans les circuits électriques, les pré-actionneurs sontgénéralement soit un relais, soit un contacteur. Le contacteur assure enplus l'extinction de l'arc électrique qui accompagne souvent la commutation de l'énergie de forte puissance. En effet, quand on ouvre uncircuit en cours de fonctionnement, le contact en cause provoque un arcélectrique qui peut être dangereux pour les biens et les personnes.

II.3.1 Les relais

Le relais est un composant électrique réalisant la fonction d'interfaçage entre un circuit decommande, généralement bas niveau, et un circuit de puissance alternatif ou continu (Isolationgalvanique). Les relais sont des interrupteurs qui sont commandés par un électro-aimant, c'est à dire, une bobine de fils qui produit, comme un aimant, un champ magnétique, mais uniquement lorsqu'elle est traversée par un courant.

II.3.2 Contacteur

Un contacteur est un relais électromagnétique particulier,pouvant commuter de fortes puissances grâce à un dispositifde coupure d'arc électrique. Sa commande peut être continueou alternative. Sa constitution est comme suit :

õDes pôles principaux de puissance.

õUn contact auxiliaire (avec possibilité d'additionnerau contacteur un bloc de contacts auxiliairesinstantanés ou temporisés).

õUne armature fixe et un autre mobile.

õUn ressort de rappel.

õUn circuit magnétique.

õUne bobine de commande du contacteur. Si labobine est alimentée elle attire l'armature mobilepour actionner les pôles de puissance ; Si elle n'estpas alimentée, un ressort de rappel ouvre les pôlesde puissance.

Figure II-9 : Contacteur

II.3.3 Les fusibles

Les fusibles sont des appareils de protection dont la fonction est d'ouvrir un circuit par fusion d'un élément calibré, lorsque le courant dépasse une valeur précise, pendant un temps donné.

Figure II-10 : Fusible

On trouve deux classes de fusibles :

- La classe gI ou gG : ce sont les fusibles d'usage général ; ils protègent contre les surcharges et les courts-circuits.
- La classe aM : ce sont les fusibles d'accompagnement moteur prévus pour la protection contre les courts-circuits et surtout pour la protection des moteurs.

II.3.4 Le sectionneur

Le sectionneur est un appareil de connexion qui permet *d'isoler* (séparer électriquement) un circuit pour effectuer des opérations de maintenance ou de modification sur les circuits électriques qui se trouvent en *aval.* Ainsi il permet d'assurer la sécurité des personnes qui travaillent sur le reste de l'installation en amont.

Le sectionneur ne possède aucun pouvoir de coupure, par conséquent, il ne doit pas être manœuvré en charge

On trouve également des sectionneurs qui servent en plus de porte-fusible. On les désigne par "Sectionneurs porte-fusible".

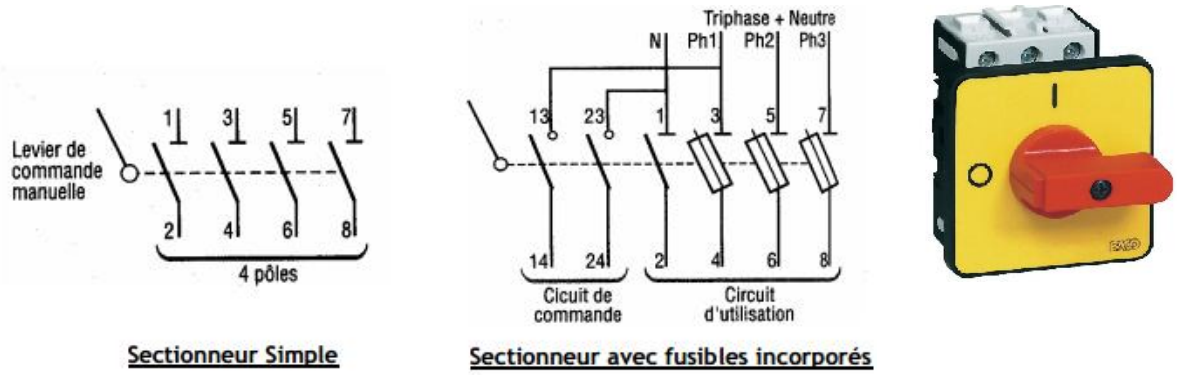

Figure II-11 : Schéma d'un sectionneur

II.4 Les actionneurs

II.4.1 Electrovanne

Une électrovanne ou électrovalve est un dispositif commandé électriquement permettant d'autoriser ou d'interrompre par une action mécanique la circulation d'un fluide ou d'un gaz dans un circuit. Il existe deux types d'électrovannes : « tout ou rien » et « proportionnelle ».

II.4.1.a Electrovanne tout ou rien

Les électrovannes dites de « tout ou rien » ne peuvent s'ouvrir qu'en entier ou pas du tout. L'état change suivant qu'elles sont alimentées électriquement ou non.

II.4.1.b Electrovanne proportionnelle « modulante »

Les électrovannes proportionnelles sont celles qui peuvent être ouvertes avec plus ou moins d'amplitude en fonction du besoin. Elles sont généralement utilisées grâce à une commande.

Figure II-12 : Electrovanne modulante

II.4.2 Moteurs et pompes

Le moteur asynchrone triphasé est largement utilisé dans l'industrie, sa simplicité de construction en fait un matériel très fiable et qui demande peu d'entretien. Il est constitué d'une partie fixe, le stator qui comporte le bobinage, et d'une partie rotative, le rotor qui est bobiné en cage d'écureuil. Les circuits magnétiques du rotor et du stator sont constitués d'un empilage de fines tôles métalliques pour éviter la circulation de courants de Foucault.

Toutes les pompes utilisées dans le carbomix sont des moteurs asynchrones. Ce sont des pompes d'envoi assurant l'envoi de toutes les composante de la boisson finie jusqu'au saturateur via les circuits de la tuyauterie [8].

II.5 Un automate programmable industriel

C'est un appareil électronique de traitement de l'information, remplaçant la logique à relais câblée.

II.6 Variateurs de vitesse

La plupart des moteurs tournent à vitesse constante. Pour moduler la vitesse des équipements de procédé, on a longtemps eu recours à divers dispositifs mécaniques.
Aujourd'hui, on fait surtout appel à des variateurs de vitesse électroniques.

Un variateur de vitesse est un équipement permettant de faire varier la vitesse d'un moteur, une nécessité pour de nombreux procédés industriels [5].

II.7 Démarreur progressif

Dès l'apparition des premiers moteurs électriques, les ingénieurs ont cherché un moyen d'éviter les problèmes électriques et mécaniques se produisant généralement au démarrage du moteur. Ces problèmes comprennent notamment le courant d'appel élevé, les pics de courant

ainsi que l'usure mécanique excessive. La solution consiste le plus souvent à utiliser un démarreur étoile triangle. Cette méthode de démarrage s'avère cependant insuffisante dans de nombreuses applications, car les pics de courant et de couple persistent. De plus, elle ne permet pas d'effectuer un arrêt en douceur. En revanche, un démarreur progressif offrira une performance nettement supérieure au démarrage ainsi que la possibilité d'arrêter le moteur sans à-coups.

II.8 Echangeur à plaques

Le principe le plus général consiste à faire circuler deux fluides à travers des conduits qui les mettent en contact thermique. De manière générale, les deux fluides sont mis en contact thermique à travers une paroi qui est le plus souvent métallique ce qui favorise les échanges de chaleur. On a en général un fluide chaud qui cède de la chaleur à un fluide froid. En d'autres termes, le fluide chaud se refroidit au contact du fluide froid et le fluide froid se réchauffe au contact du fluide froid. Les deux fluides échangent de la chaleur à travers la paroi d'où le nom de l'appareil.

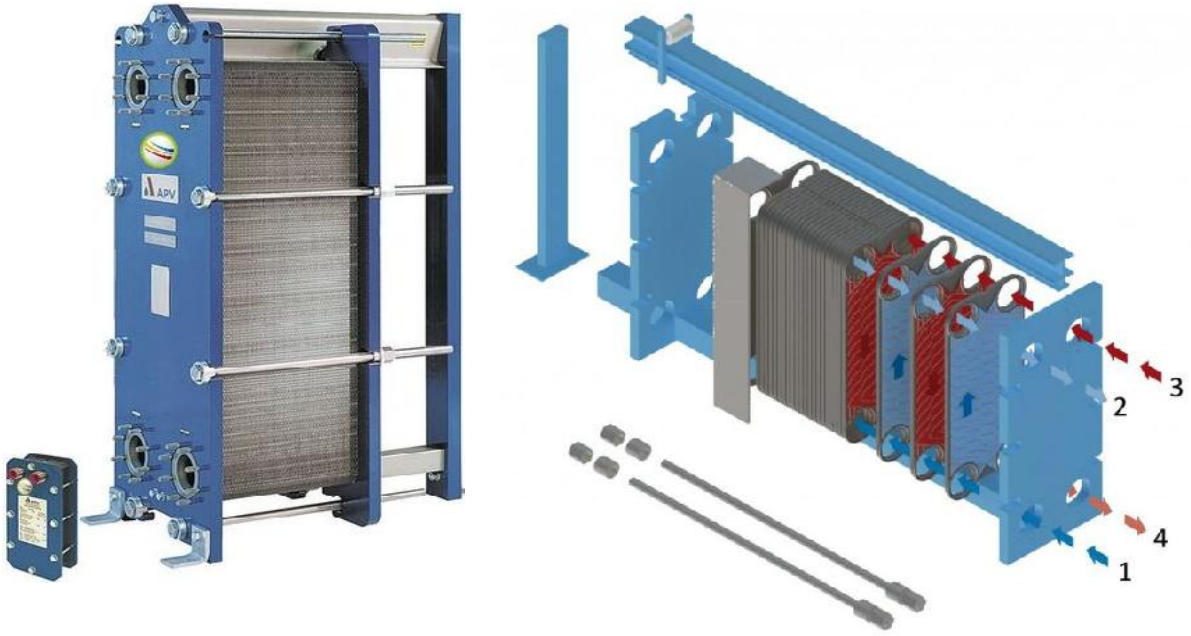

Figure II-13 : Echangeur a plaques

II.9 Mélangeur statique

Un mélangeur statique est un dispositif de mélange en continu des fluides. Ce dispositif permet de mélanger des liquides mais il peut aussi être utilisé avec des gaz ou pour mélanger un gaz et un liquide.

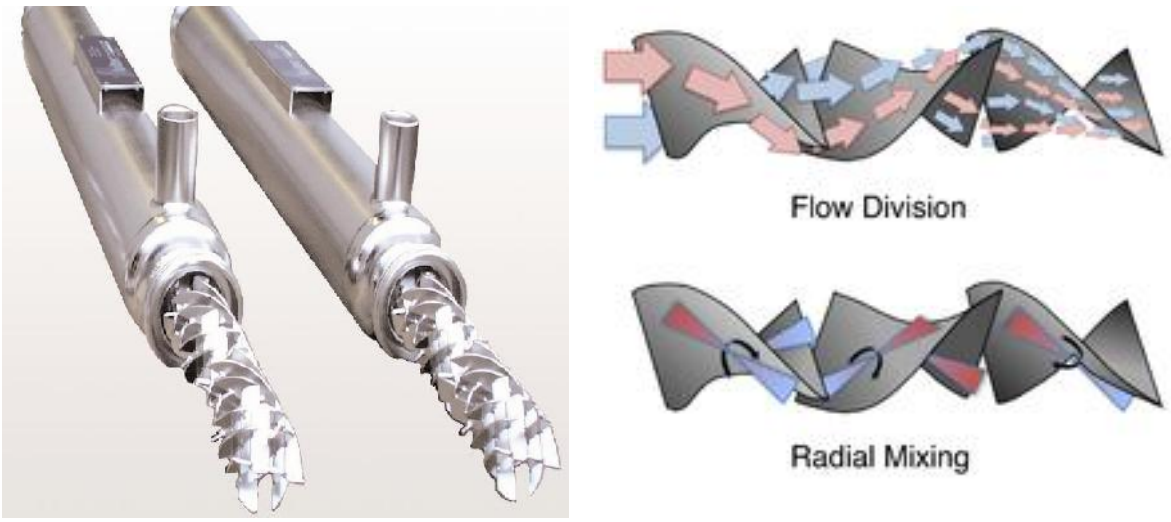

Figure II-14 : Mélangeur statique

II.10 Un refractomètre

Dans la pratique, les réfractomètres sont utilisés pour la mesure précise de la concentration dans l'industrie des boissons. Ils permettent une détermination précise de l'extrait total, exprimée en degrés Brix.

II.11 Régulateur utilisé

II.11.1 Types de correcteurs

- correcteur proportionnel (P).
- correcteur intégral (I).
- correcteur dérivé (D).
- correcteur PI.
- correcteur PD.
- correcteur PID.

Si l'on souhaite améliorer les caractéristiques de précision, stabilité et rapidité du système il est nécessaire d'introduire dans la boucle de commande un correcteur.

Le correcteur PID permis de réaliser le meilleur compromis entre précision, stabilité et rapidité du système étudié.

II.11.2 Régulateur PID

Il est le régulateur le plus utilisé dans l'industrie, car il permet de réguler à l'aide de ses trois actions les performances d'une régulation d'un process.

- Action proportionnelle P : principalement utilisée pour améliorer la rapidité.
- Action Intégrale I : principalement utilisée pour améliorer la précision.
- Action Dérivé D : principalement utilisée pour améliorer la stabilité.

II.12 Conclusion

Dans ce deuxième chapitre nous avons décrit les différents instruments utilisés afin de réaliser notre projet.

Comme nous le percevons notre travail ne se limite pas aux instruments utilisés mais aussi doit progressivement continuer pour le dimensionnement de l'armoire électrique.

CHAPITRE III

Etude et dimensionnement de l'armoire électrique

III.1 Introduction

Que ce soit dans le domaine tertiaire ou industriel, l'objectif final dans les installations électriques est de mettre à disposition les fonctionnalités électriques auprès de l'exploitant en garantissant la maintenabilité, l'évolutivité ainsi que la sécurité des biens et des personnes.

L'armoire électrique est le lieu où sont regroupés différents systèmes participant à la distribution d'une installation électrique

Le dimensionnement d'une installation électrique est un art difficile dans la mesure où il nécessite de prendre en considération des impératifs techniques, normatifs, économiques, contractuels et stratégiques.

III.2 Contenu d'une armoire électrique

Le contenu est modulable selon l'installation, la puissance disponible, l'utilisation des locaux, etc. Mais une armoire électrique contient en général :

- L'enveloppe de l'armoire électrique, c'est-à-dire la structure qui va contenir les équipements. Elle peut être en métal ou en plastique.
- Des systèmes de réglettes et de fixations, permettant d'accrocher les différents modules formant le contenu.
- Les modules eux-mêmes, comme les protections (disjoncteur pour une habitation individuelle, tableau de répartition avec coupe-circuits pour chaque partie de l'installation, etc.).
- Des modules de contrôle à distance.
- Un arrêt d'urgence.
- Un dispositif parafoudre.

III.3 Etapes de réalisation de l'armoire du carbomix

Avant de procéder à la réalisation d'une armoire électrique il faut impérativement passer par les étapes décrites ci-dessous :

- Avoir la plaque signalétique du carbomix.
- Le choix des organes de commande.
- Le choix de l'alimentation stabilisée (AC/DC).

- Le choix du démarrage des moteurs.
- Dimensionnement des sections des conducteurs et des protections.
- Réalisation du schéma de câblage électrique de l'armoire.
- Le choix de l'armoire.
- câblages des composants de l'armoire.

III.3.1 Collecte d'information du carbomix

Pour une bonne conception d'un système automatisé il faudra collecter le maximum d'informations sur le carbomix :

- Le type des signaux des capteurs.
- Les puissances des moteurs et des pompes.
- Le nombre d'entrées et sorties.

Moteurs	Pu (KW)	In (A)	η	Cosϕ
Moteur 1	18,5	37	0.88	0.82
Moteur 2	7,5	15.5	0.88	0.82
Moteur 3	4	8.5	0.88	0.82
Moteur 4	4	8.5	0.88	0.82
Moteur 5	1,1	2.5	0.88	0.82

Tableau III-1

La nature des signaux à gérer logique ou analogique et le nombre d'entrées/sorties, qui vont déterminer le type d'automate à utiliser sont reparties comme suit :

- 9 entrées analogiques (AI analogique input).
- 4 entrées logiques (DI digitale input).
- 05 Sorties analogiques (AO analogique output).
- 12 Sorties logiques (DO digital output).

III.3.2 Choix des organes de commande

C'est un ensemble de composants (contacteur, API, pupitre….etc.) qui effectuent le traitement d'information, ils sont destinés à coordonner la succession des actions sur la partie opérative et surveiller son bon fonctionnement, ils permettent aussi de gérer le dialogue avec les intervenants ainsi que les autres systèmes [7].

Pour la réalisation de notre armoire on aura besoin de :

- Contacteurs pour la commande des moteurs.
- Deux variateurs de vitesse (danfoss VLT2800) pour faire varier la vitesse des moteurs (pompe d'envoi sirop, pompe de remplissage).
- Un démarreur progressif pour la pompe d'alimentation eau.
- Un automate programmable industriel (S7-300 et une CPU 315-2DP).
- Un pupitre opérateur de commande (touch panel siemens).
- Des relais affiche pour séparer la partie commande de la partie puissance, ainsi pour garantir la protection des sorties de l'automate programmable industriel.
- Des disjoncteurs, un disjoncteur principal, des fusibles, un relais de phase.
- Des répartiteurs.
- Un relais de securité.

Démarreur progressif variateur de vitesse contacteur

Figure III-1 : Exemples d'organes de commande

III.3.3 Choix de l'alimentation stabilisée

L'alimentation stabilisée (24 DC) est utilisée pour l'alimentation des organes de commande et les différents capteurs, elle est généralement choisie à base de :

- La tension d'entrée (monophasée ou triphasée).
- La puissance délivrée à sa sortie.

- Le courant et la tension de sortie.
- La consommation des différents organes qu'elle alimente.

Pour notre armoire, le choix de l'alimentation stabilisée est basé sur la somme des consommations en courants, des éléments alimentés par la tension 24 VDC.

La consommation en courants sous la tension 24 VDC de tous les organes de commande est :

I_{totale}= 5.2 A

Avec :

$$I_{source} = I_{totale} * K_e$$ K_e : facteur d'extension= 1.2

Donc :

I_{source}= 6.24 A

De là on a choisi une alimentation stabilisée (380 VAC/24 VDC) qui délivre un courant de 10 A.

III.3.4 Choix du démarrage des moteurs

Lors de la mise sous tension d'un moteur asynchrone, celui-ci provoque un fort appel de courant qui peut provoquer des chutes de tension importantes dans une installation électrique. Pour ces raisons en autres, il faut parfois effectuer un démarrage différent du démarrage direct [7].

Il est donc logique de limiter le courant pendant le démarrage à une valeur acceptable. Mais si l'on limite le courant, on limite du fait la tension (dans certain cas seulement).

Le choix d'un démarreur sera lié :

• Au type d'utilisation : souplesse au démarrage,
• A la nature de la charge à entraîner
• Au type de moteur asynchrone
• A la puissance de la machine
• A la puissance de la ligne électrique
• A la gamme de vitesse requise pour l'application.

De nombreux modes de démarrages peuvent être appliqués aux moteurs asynchrones à savoir :

- Le démarrage direct
- Le démarrage étoile triangle
- Le démarrage progressif
- Le démarrage Par élimination des résistances statoriques
- Le démarrage par variateurs de vitesse

Pour les moteurs de carbomix on a opté pour trois types de démarrage.

III.3.4.a Le démarrage direct

C'est le mode de démarrage le plus simple. Le moteur démarre sur ses caractéristiques naturelles. Ce type de démarrage est réservé aux moteurs de faible puissance devant celle du réseau, ne nécessitant pas une mise en vitesse progressive. Le couple est énergique, l'appel de courant est important (5 à 8 fois le courant nominal).

Malgré les avantages qu'il présente (simplicité de l'appareillage, démarrage rapide, coût faible), le démarrage direct convient dans les cas où :

• La puissance du moteur est faible par rapport à la puissance du réseau (dimension du câble)

• La machine à entraîner ne nécessité pas de mise en rotation progressive et peut accepter une mise en rotation rapide

• Le couple de démarrage doit être élevé

Ce démarrage ne convient pas si :

• Le réseau ne peut accepter de chute de tension

• La machine entraînée ne peut accepter les à-coups mécaniques brutaux

• Le confort et la sécurité des usagers sont mis en cause (escalier mécanique

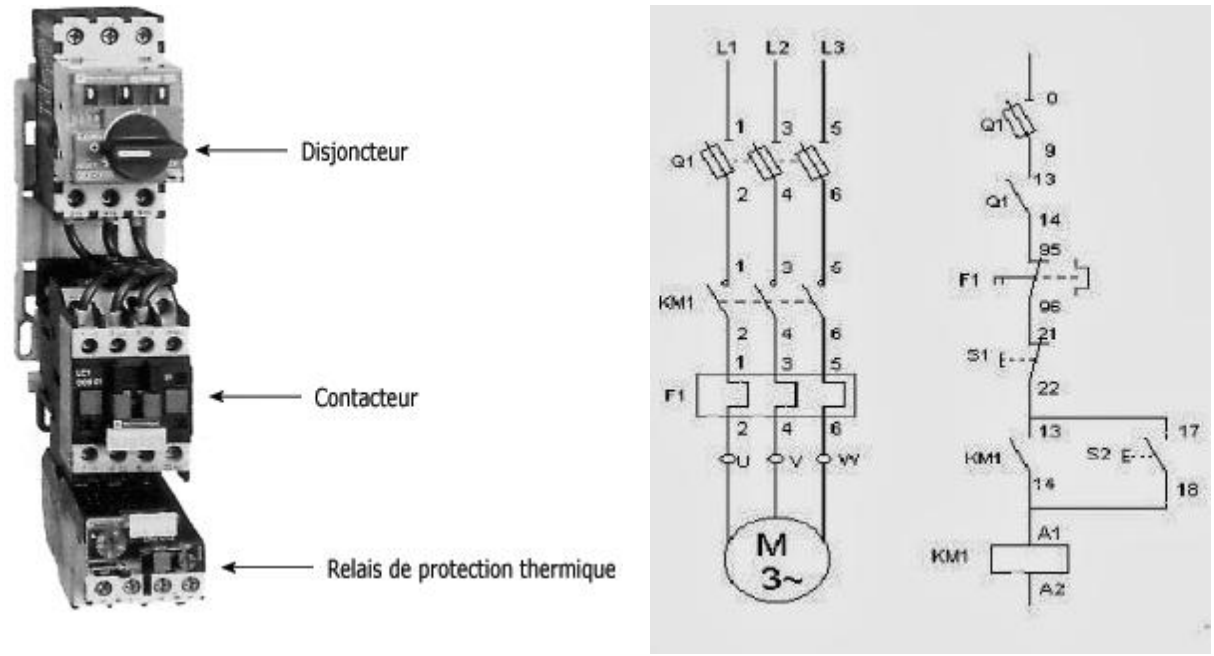

Figure III-2 : Démarrage direct d'un moteur

III.3.4.b Le démarrage des moteurs à variateurs de vitesse

C'est un mode de démarrage perforant utilisé dès qu'il est nécessaire de contrôler et de faire varier la vitesse du moteur. Il nous permet de :

- Démarrer les charges de forte inertie.
- Démarrer des charges importantes sur un réseau de faible pouvoir de court-circuit.
- Optimiser la consommation d'énergie électrique en fonction de la vitesse.
- De contrôler un couple très grand.

Pour notre carbomix se mode de démarrage s'est imposé lui-même, sur les deux moteurs d'envoi de sirop et de remplissage, il nous donne un bon contrôle sur la qualité du produit.

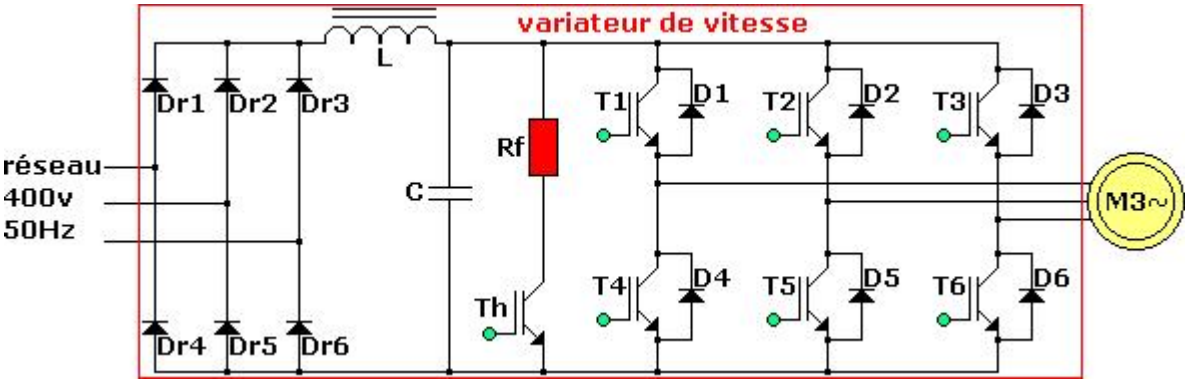

Figure III-3 : Schéma de démarrage avec variateur de vitesse

III.3.4.c Le démarrage des moteurs avec démarreur progressif

Ce type de démarrage est destiné à la commande et contrôle des pompes. Il constitue la méthode la plus efficace de réduction du courant et du couple pendant le démarrage des moteurs (effet bélier), en augmentant progressivement la tension aux bornes du moteur, procurant ainsi un démarrage progressif , et une accélération douce , en même temps qu'il limite le courant à une valeur juste suffisante pour assurer le démarrage.

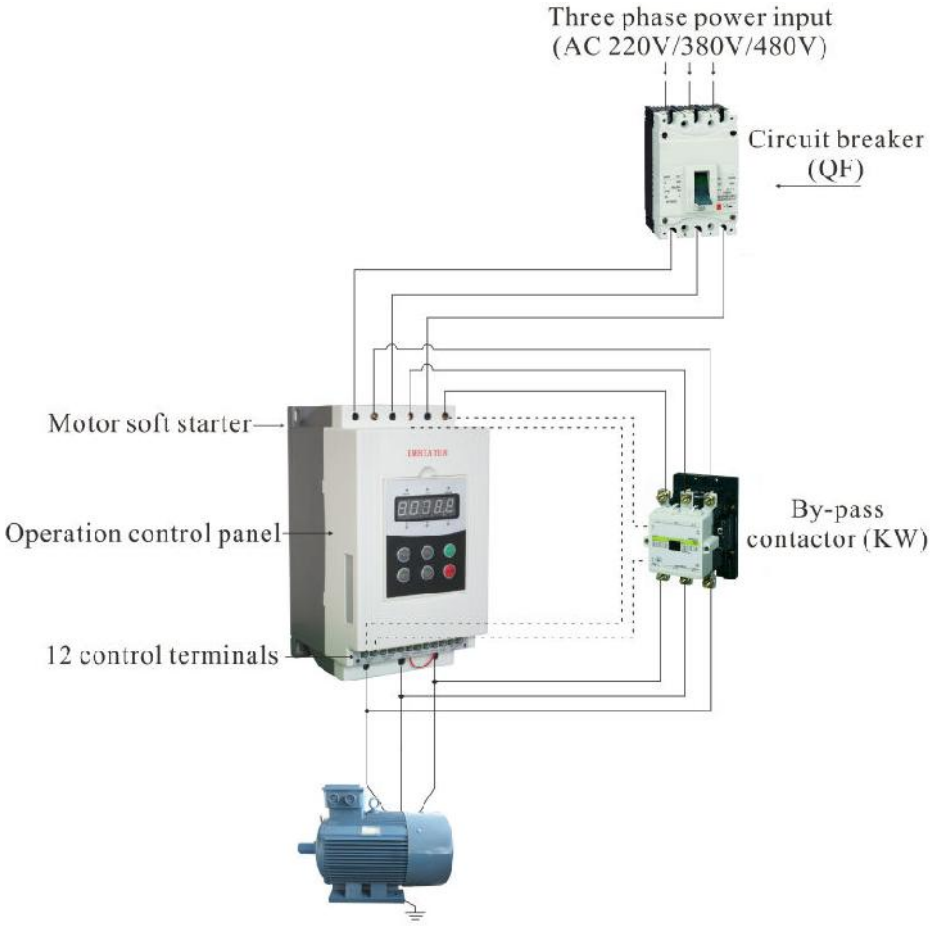

Figure III-4 : Schéma de démarrage avec démarreur progressif

III.3.5 Dimensionnement des sections des conducteurs et des protections

Pour la conception d'une armoire électrique, on doit dimensionner les sections des conducteurs et les protections des installations qui sont à l'intérieure ou à l'extérieure de l'armoire électrique comme (les moteurs, l'alimentation stabilisée AC/DC, les entrées, sorties de l'automate programmable, le circuit de commande …etc.).

Dans le monde de l'industrie la protection des installations est très importante du point de vue maintenance, économique et productivité de l'entreprise, c'est pour cela que les

organes de protection ont été développés pour répondre à toutes les exigences de l'industrie moderne [6].

Pour la réalisation de l'armoire on a besoin de dimensionner les sections des canalisations et les dispositifs de protection afin de protéger nos circuits de puissance (pompes, moteurs), de commande et le personnelle contre les courts circuits, les surcharges et les chutes de tension.

En conformité avec les recommandations des conditions de protection, le choix des sections des canalisations et des dispositifs de protection doivent satisfaire plusieurs conditions nécessaires à la sécurité de l'installation.

- Pour déterminer la section des conducteurs actifs d'un câble, il faut tenir compte des données suivantes :

- Courant d'emploi dans les conducteurs actifs.
- Mode de pose des câbles.
- Type de câble utilisé.
- Température ambiante.
- Type de protection.
- Les chutes de tension supérieures aux valeurs admissibles.

- Les dispositifs de protection doivent :

- Protéger la canalisation contre toutes les surintensités jusqu'au courant de court-circuit.
- Assurer la protection des personnes contre les contacts indirects.

Le logigramme de la figure suivante résume le principe de la méthode de dimensionnement des sections des conducteurs et des dispositifs de protection

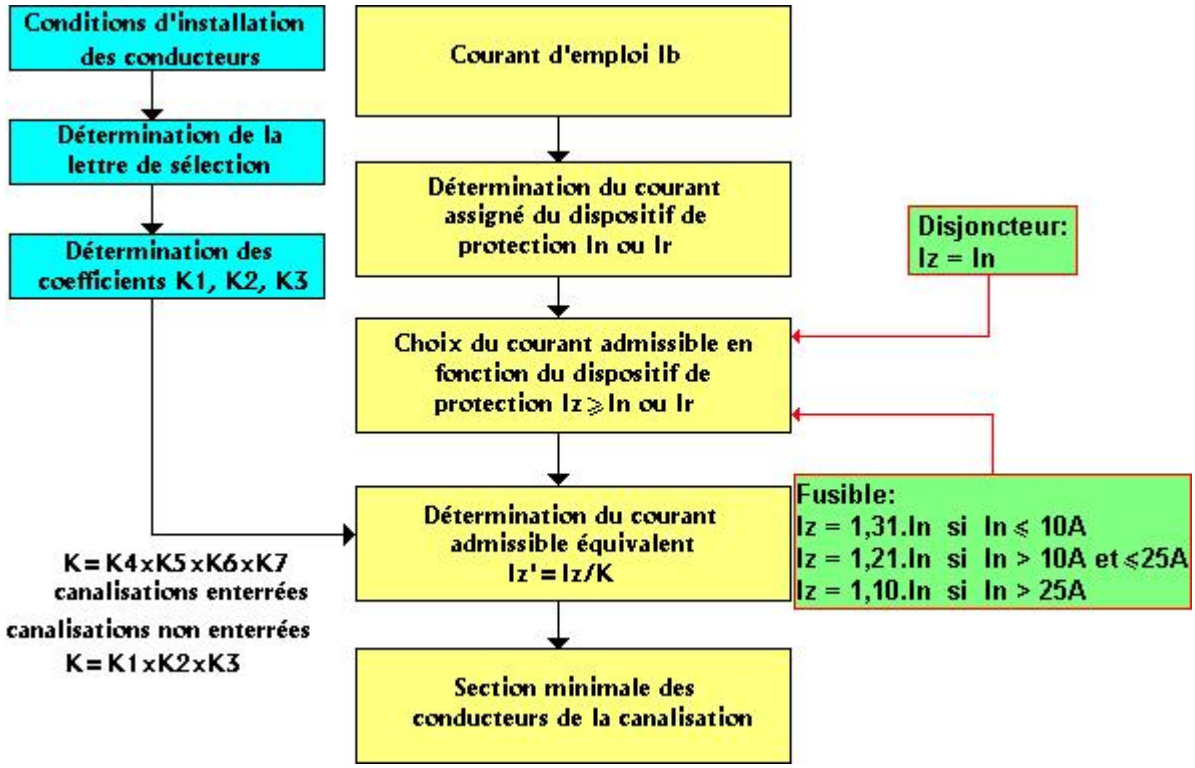

Figure III-5: Logigramme de choix des sections des conducteurs et des dispositifs de protection.

Pour déterminer la section des conducteurs du circuit de puissance il faut :

III.3.5.a Calcul du courant d'emploi IB :

Le courant d'emploi est le courant correspondant à la plus grande puissance transportée par le circuit en service normal. Ce courant dépend directement de la puissance des appareils alimentés par le circuit.

Après avoir déterminé le courant appelé par le récepteur, il faut lui appliquer plusieurs facteurs.

$$I_B = P_U * a * K_C * (K_S * K_U * K_e)$$

Avec :

I_B : courant d'emploi dans le circuit d'alimentation.

P_U : puissance utile en (KW).

a : facteur tenant compte du facteur de puissance et du rendement.

K_C : facteur de conversion de la puissance.

Ks : coefficient de simultanéité.

Ku : coefficient d'utilisation du récepteur.

Ke (ou Kr) : coefficient d'extension ou de réserve [15].

❖ Le facteur tenant compte du facteur de puissance et de rendement(a)

Le facteur (a) est calculé à base du rendement et le facteur de puissance de circuit considéré.

$$a=1/\eta * \cos(\phi)$$

❖ Le facteur de conversion des puissances en intensités (K_C)

Le facteur de conversion des puissances en intensités est le courant absorbé par un récepteur de puissance 1 kW en triphasé sous 400 V et de cos(ϕ)=1.

$P=\sqrt{3}U*I_b* \cos(\phi)$

Avec: $I_b=P/U.\sqrt{3}$ P en (kW) et I_b en (A)

$I_b=1000/400*\sqrt{3}=1.44$ de là $I_b=K_C=1.44$

Pour les différents réseaux d'alimentation on a les valeurs suivantes :

Reseau	Tension d'alimentation	Kc
Triphasé	400 V	1.44
Monophasé	230 V	4.35
	127 V	8

Tableau III-2

❖ Le facteur d'utilisation des appareils (K_U)

Dans une installation industrielle, les récepteurs ne sont jamais utilisés à pleine puissance donc on introduit un facteur d'utilisation qui varie généralement entre 0,3 et 1.

TYPE DE RECEPTEUR	Ku
Chauffage ou éclairage	1
Prises de courant (hors indication particulière)	1
Moteurs électriques	0,75

Tableau III-3

K_U : estimé 0,75 pour moteur.

K_U : estimé 1 pour l'éclairage et chauffage

❖ Le facteur de simultanéité

Dans une installation industrielle, les récepteurs alimentés par une meme canalisation, ne fonctionnent pas toujours simultanément.

Pour tenir compte de ce phénomène, qui reste lié aux conditions d'exploitation de l'installation, dans le dimensionnement des liaisons, on applique à la somme des puissances des récepteurs le facteur de simultanéité, qui représente le rapport entre les charges maximales simultanées et les charges globales [6].

En absence d'indications précises résultantes de l'expérience d'exploitation, les valeurs du tableau suivant sont utilisées :

Utilisation		Ks
Éclairage		1
Chauffage et conditionnement d'air		1
Prise de courant (n nbre de prises)		0.1 + (0.9 / n)
Moteurs	Moteur le plus puissant	1
	Moteur suivant	0,75
	Autres moteurs	0,60

Tableau III-4

❖ Le facteur tenant compte des prévisions d'extension (K_e)

Dans les installations industrielles on prend le facteur de prévision d'extension égale à 1,2

K_e=1,2 [12]

III.3.5.b Le courant assigné nominal du dispositif de protection (Ir)

Le courant assigné nominal du dispositif de protection (disjoncteur, fusible) est la valeur maximale du courant ininterrompu que peu supporter un disjoncteur ou un fusible à une température ambiante précise en respectant les limites d'échauffement prescrites.

Irou In est le calibre à choisir à base $I_B \leq I_r \leq I_z$[6].

Les normes des appareils de protection imposent sur les constructeurs d'indiqués une grandeur I_2, temps de fonctionnement conventionnel, qui doit respecter la règle suivante :

I_2<Iz*1,45

Iz : le courant admissible dans la canalisation en fonction du dispositif de protection (choisir Iz≥Ir)

Iz=K*Ir

K : coefficient qui dépend de calibre de fusible et disjoncteur

Si la protection par fusible donc :

K=1,31 si Ir< 10 A

K=1,21 si Ir> 10A

K=1,10 si Ir> 25A

Si la protection par disjoncteur K=1 donc :Iz=Ir

Protection par fusible (gG)	Protection par disjoncteur
Iz = 1,31 x In si In < 16A	Iz = In
Iz = 1,10 x In si In ≥ 16A	

Tableau III-5

III.3.5.c Le courant admissible en fonction des influences extérieures Iz'

Le courant admissible dans la canalisation en fonction des influences extérieures, représente le courant admissible dans la canalisation adaptée aux contraintes caractérisant l'influence des différentes conditions d'installation sur les protections des circuits électroniques.

Iz'=Iz/K avec K=K1*K2*K3

Avant de designer la valeur de chaque facteur, on doit choisir une lettre de sélection qui dépend du conducteur utilisé et de son mode de pose. Le tableau ci-dessous présente les cas les plus rencontrés dans l'industrie.

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

Tableau III-6

Pour le dimensionnement des sections de nos conducteurs on choisira le type de conducteur E.

- ✓ **K1 : facteur de correction lié au mode de pose**

Il existe des tableaux qui permettent de déterminer une lettre de sélection ou méthode de référence correspondante au type de conducteurs utilisés (mono ou multiconducteurs) et un coefficient d'influence K1.on les choisit à partir de tableau III-7.

Lettre	cas d'installation	K1
B,C	câbles dans profilés encastrés directement dans matériaux thermiquement isolants	0,70
	conduit 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	1,00

Tableau III-7

- ✓ **K2 : facteur de correction lié au groupement de circuits**

Dans une armoire électrique de plus que la mise en évidence de ce facteur, on essaie toujours de séparer le câblage des circuits de commande de ceux de puissance, afin de limiter l'influence des courants transportés dans les conducteurs les uns contre les autres. Ce facteur tient compte de l'influence thermique mutuelle des circuits placés cote à cote.

Lettre	disposition des câbles jointifs	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 parois	1	0,8	0,7	0,65	0,6	0,57	0,54	0,52	0,5	0,45	0,41	0,38
C	simple couche sur murs ou planchers ou tablettes non perforées	1	0,85	0,79	0,75	0,73	0,72	0,72	0,71	0,7	0,7		
	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 tablettes horizontales perforées ou tablettes verticales	1	0,88	0,82	0,77	0,75	0,73	0,73	0,72	0,72	0,72		
	simple couche sur échelles ou corbeaux	1	0,87	0,82	0,8	0,8	0,79	0,79	0,78	0,78	0,78		

Tableau III-8

- ✓ **K3 : facteur de correction lié à la température ambiante**

La température ambiante et la nature de l'isolant influencent directement sur le dimensionnement des conducteurs.la température à prendre en compte est celle de l'air autour des câbles (pose à l'air libre).et celle du sol pour les câbles enterrés.

température ambiante (°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 III-9

III.3.5.d Le choix des sections des conducteurs

Une fois que tous les facteurs spécifiques de correction sont connus, on déduit le coefficient global K de correction. Puis on déduit le courant fictif Iz' admissible par la canalisation (Iz'=Iz/K).

En tenant compte du courant Iz', la lettre de sélection, la nature de l'isolation, la matière des conducteurs ainsi que le nombre des conducteurs chargés, on détermine la section des conducteurs exacte ou approchée grâce au tableau standard utilisé dans le domaine industriel suivant :

Courants admissibles dans les canalisations (en A)													
Méthode de référence	Isolant et nombre de conducteurs chargés												
B	PVC 3	PVC 2		PR 3		PR 2							
C		PVC 3		PVC 2	PR 3		PR 2						
D										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				
S (mm^2)													
Cuivre													
1,5	15,5	17,5	18,5	19,5	22	23	24	26		26	32	31	37
2,5	21	24	25	27	30	31	33	36		34	42	41	48
4	28	32	34	36	40	42	45	49		44	54	53	63
6	36	41	43	48	51	54	58	63		56	67	66	80
10	50	57	60	63	70	75	80	86		74	90	87	104
16	68	76	80	85	94	100	107	115		96	116	113	136
25	89	96	101	112	119	127	138	149	161	123	148	144	173
35	110	119	126	138	147	158	169	185	200	147	178	174	208
50	134	144	153	168	179	192	207	225	242	174	211	206	247
70	171	184	196	213	229	246	268	289	310	216	261	254	304
95	207	223	238	258	278	298	328	352	377	256	308	301	360
120	239	259	276	299	322	346	382	410	437	290	351	343	410
150		299	319	344	371	395	441	473	504	328	397	387	463
185		341	364	392	424	450	506	542	575	367	445	434	518
240		403	430	461	500	538	599	641	679	424	514	501	598
300		464	497	530	576	621	693	741	783	480	581	565	677
400					656	754	825		940				
500					749	868	946		1083				
630					855	1005	1088		1254				

Tableau III-10

Les différentes sections des conducteurs à utiliser pour les circuits de puissance sont résumées dans le tableau **Tableau III-11**

	Moteur M1	Moteur M2	Moteur M3, M4	Moteur M5	Climatiseur	Ventilation pompe sirop	Alimentation API et ces modules
Pn (KW)	21.02	8.52	4.54	1.25	0.48	0.12	✓
A	1.38	1.38	1.38	1.38	1	1.83	✓
I_{abs}(A)	41.2	16.93	9.02	2.48	0.69	0.31	✓
I_B (A)	24.81	10.06	5.37	1.18	0.37	0.12	✓
I_r (A)	45	20	12.5	3.2	2	1	✓
Type de protection	Disj	Disj	Disj	Disj	Fusible	Disj	Fusible
I_Z (A)	45	20	12.5	3.2	2.6	1	✓
I_2 (A)	<65.25	<29	<18.125	<4.64	<3.77	<1.45	✓
K_1	1	1	1	1	1	1	✓
K_2	0.73	0.73	0.73	0.73	0.73	0.73	✓
K_3	0.79	0.79	0.79	0.79	0.79	0.79	✓
K	0.58	0.58	0.58	0.58	0.58	0.58	✓
I_Z' (A)	77.58	34.48	21.55	5.52	4.48	1.72	✓
S_{min}(mm^2)	16	4	2.5	1.5	1.5	1.5	0.75

Tableau III-11

$I_{B\ total}$ = (24.81+10.06+5.37+5.37+1.18+0.37+0.12)=41.91 A.

Donc : Ir_{total}=45 A, Iz'_{total}=77.58 A , S = 16 mm^2.

Tel que : Ir_{totale} courant de réglage du disjoncteur principal, et S la section des câbles du disjoncteur principal.

- ✓ Pour les circuits de commande on utilisera des sections de 1 mm^2, et des fusibles de 1 A.

III.3.5.e Section du conducteur de protection(PE)

La section du conducteur de protection (PE) est déduite du tableau suivant :

SECTION DU CONDUCTEUR DE PROTECTION	
Section du conducteur de phase S_{PH}	**Section du conducteur de protection S_{PE}**
$S_{PH} \leq 16mm^2$	$S_{PE} = S_{PH}$
$16 < S_{PH} \leq 35mm^2$	$S_{PE} = 16mm^2$
$S_{PH} > 35mm^2$	$S_{PE} = S_{PH} / 2$

Tableau III-12

III.3.6 Choix et dimensionnement des protections

Toutes les installations ou les machines électriques ont des limites de fonctionnement, dépasser ces limites conduit plus ou moins à leurs destruction, mais aussi celles des mécanismes qu'elles animent, avec pour conséquence immédiate des arrêts et des pertes d'exploitation [7].

Le type de récepteur, qui transforme une énergie électrique en énergie mécanique, peut-être le siège d'incidents d'origine électrique ou mécanique comme :

- ✓ Surtension, chute de tensions, déséquilibre et perte de phases qui provoque des variations sur le courant absorbé.
- ✓ Courts circuits dont le courant peut atteindre des niveaux destructeurs pour le récepteur.
- ✓ Calage du rotor, surcharge momentanée ou prolongée qui entraine une augmentation du courant absorbé par le moteur, d'où un échauffement dangereux pour le bobinage.

Le cout de ces incidents peut-être élevé, il doit prendre en compte les pertes de production, les pertes de matière première, la remise en état de l'outil de production, la mauvaise qualité de la production, les retards de livraison et autre. Ces incidents peuvent avoir également des conséquences dramatiques sur la sécurité des personnes en contact direct ou indirect avec le moteur.

Dans notre armoire électrique on fera un maximum de protection des organes interne et externe de l'armoire ainsi que la protection des personnes intervenants sur l'armoire à savoir :

- La sécurité des personnes.
- La protection contre les courts-circuits.
- La protection contre les surcharges.

III.3.6.a Les régimes de neutre

Dans tout système triphasé haute ou basse tension existe trois tensions simples, mesurées entre chacune des phases et un point commun appelé « point neutre ».

Physiquement, le point neutre est le point commun de trois enroulements montés en étoile.

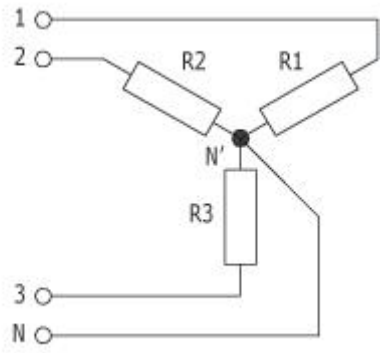

Figure III-6 : Point neutre d'un système triphasé en étoile

➢ Les différents régimes de neutre

En basse tension, chaque régime de neutre est régis en France par la norme NF C 15-100 et des décrets et arrêtés ministériels. Trois régimes sont possibles : IT, TT, TN.

La première lettre définit la situation du point neutre par rapport à la terre :

T : liaison direct du point neutre à la terre.

I : point neutre isolé de la terre ou relié à la terre par une impédance élevée.

La deuxième lettre définit la situation des masses de l'installation électrique par rapport à la terre :

T : les masses sont reliées directement à la terre.

N : les masses sont reliées directement au conducteur de neutre.

Les trois régimes de neutre diffèrent dans leurs techniques d'exploitation et de protection des personnes, ils comportent chacun des avantages et des inconvénients.

- **Schéma TT**

Dans ce type de schéma, dit de « neutre à la terre » :

- le neutre de la source est relié à une prise de terre distincte de celle des masses,
- toutes les masses doivent être reliées à un même système de mise à la terre dédié à l'installation.

- **Schéma TN**

Le principe de ce schéma dit de « mise au neutre » est de transformer tout défaut d'isolement en court-circuit monophasé phase – neutre. Dans ce type de schéma :

- le point neutre BT de chaque source est relié directement à la terre,
- toutes les masses de l'installation sont reliées à la terre et donc au neutre par le conducteur de protection PE (avec conducteur de neutre distinct, TN-S) ou PEN (conducteur de neutre commun, TN-C)

- **Schéma IT**

Dans ce type de schéma dit « à neutre isolé », le neutre du transformateur est :

- soit isolé de la terre (neutre isolé),

-soit relié à la terre par une impédance élevée (neutre impédant), toutes les masses de l'installation sont reliées à la terre.

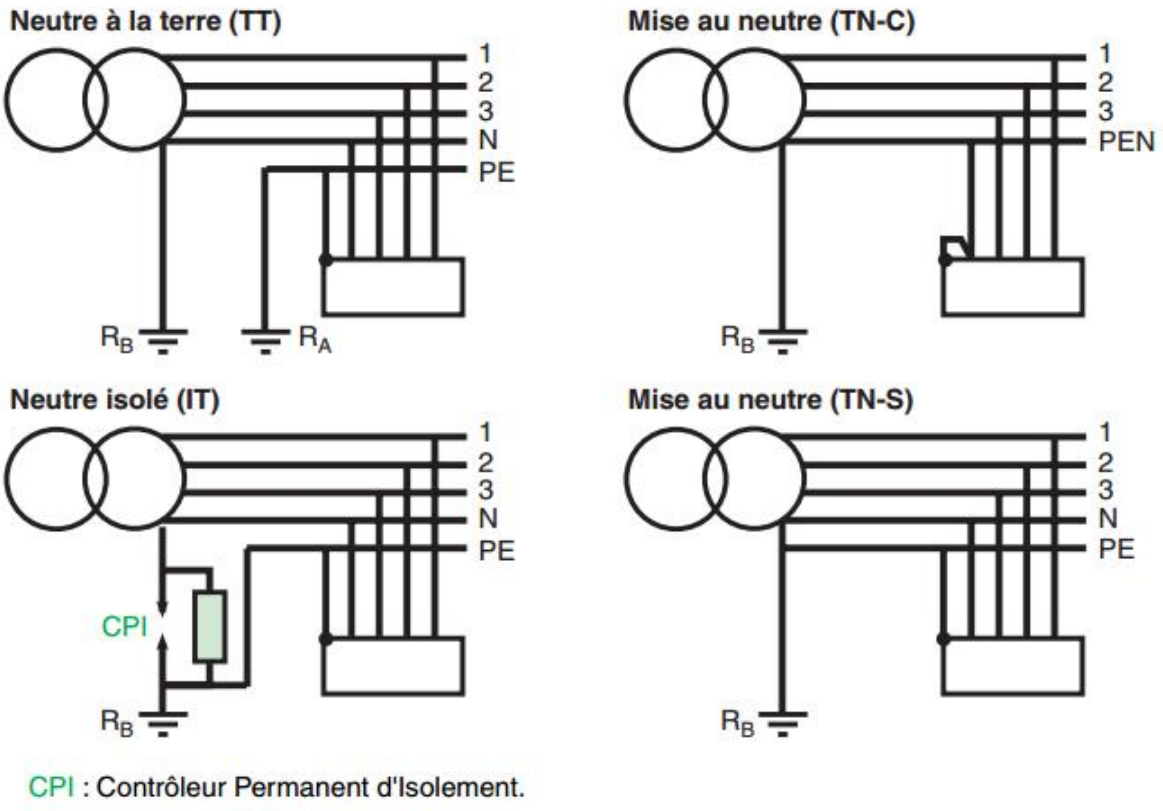

Figure III-7 : Les trois principaux schémas de liaison à la terre

III.3.6.b La sécurité des personnes

La norme NFC 15-100 s'applique à toutes les installations électriques, elle donne les règles de conception et réalisation des installations basse tension (230/400 V) en vue d'assurer leurs bon fonctionnement et la sécurité des biens et des personnes. C'est en fonction de cette norme que seront choisis les dispositifs destinés à répondre aux exigences principales (protection des biens et des personnes) elle est obligatoire pour les installations neuves ainsi que pour les rénovations lourdes.

La protection des personnes est la principale dans toutes les installations électriques alimentées par une source d'énergie électrique capable de générer une tension de contact Uc, supérieure ou égale à la tension limite U_L peut présenter un risque potentiel pour l'utilisateur (U_L=50 V pour les locaux sec ou humides, U_L=25 V pour les locaux mouillés).

Si le courant qui circule dans le corps humain dépasse quelque milli ampères il aura un risque de choc électrique [10].

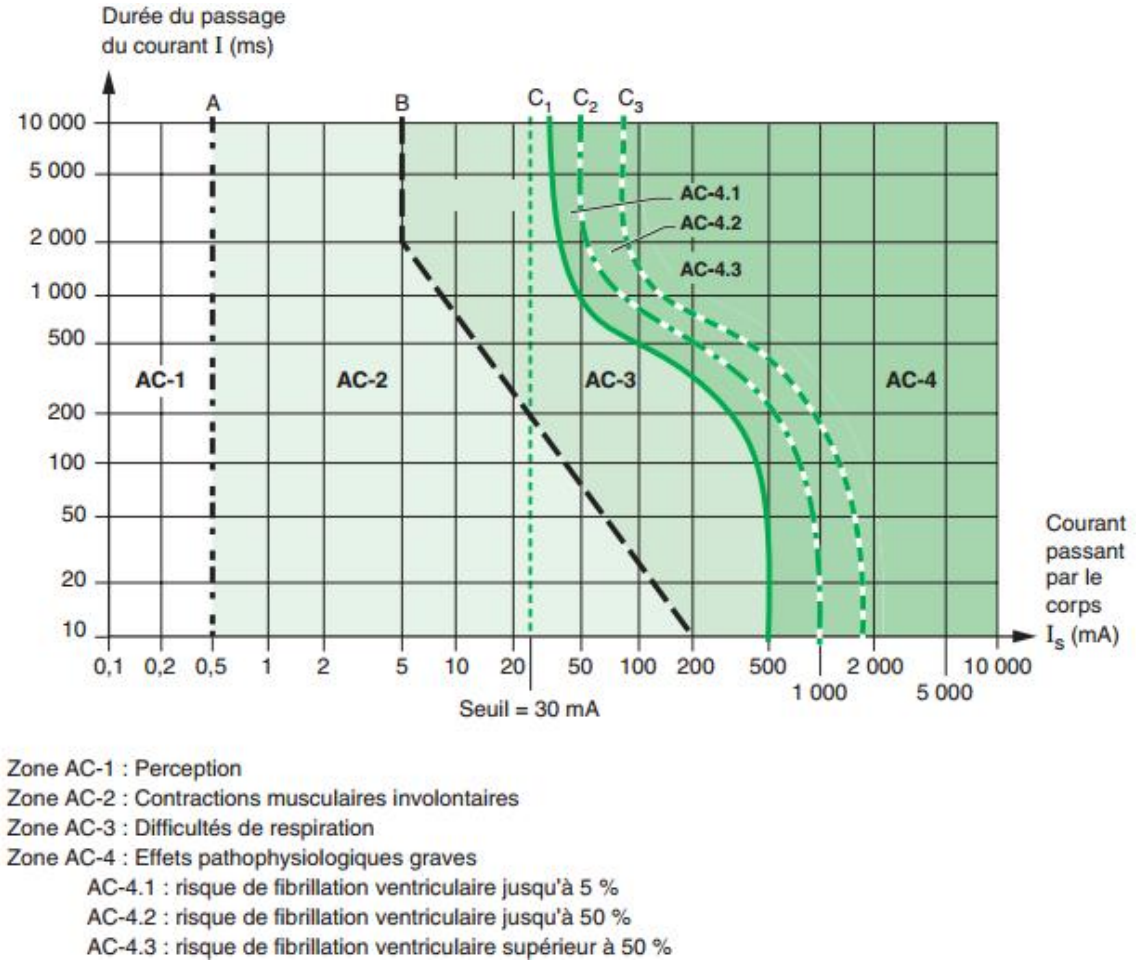

Figure III-8 : Zones temps /courant des effets des courants alternatifs (15 Hz à 100 Hz) sur les personnes.

➢ Contact direct

Le contact direct est le contact physique entre une personne et un(ou plusieurs) conducteur actif ou des pièces conductrices habituellement sous tension. Généralement, il est un accident dû à la maladresse et/ou à l'imprudence des personnes. Dès lors, la totalité du courant traverse le corps humain.

Le contact direct s'établit lorsque le corps est soumis à une différence de potentiel :

- Entre deux phases,
- Entre une phase et la terre ou une masse métallique, le courant circule de la phase vers la terre,
- Et entre le neutre et la terre ou une masse métallique,le courant va s'écouler de la phase vers le neutre.

❖ Les parties les plus exposées sont les mains, la tête, les chevilles ou les jambes.

➢ Contact indirect

Par le fait d'un défaut interne provoquant une fuite de courant. Dans ce cas, la responsabilité de la personne n'est pas mise en jeu. Le choc électrique est la conséquence d'un défaut imprévisible et non d'une maladresse de la personne.

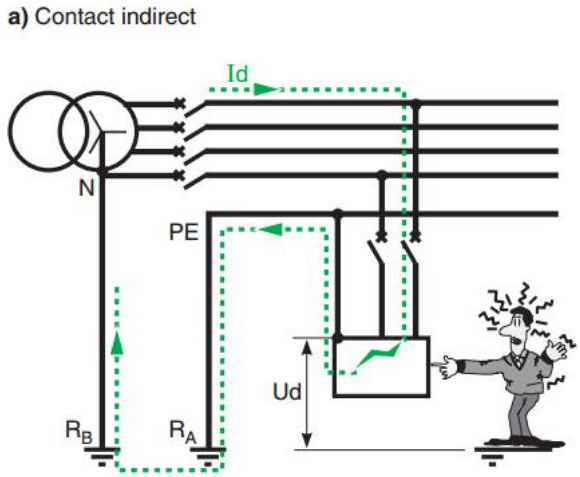

Figure III-9: Contact indirect

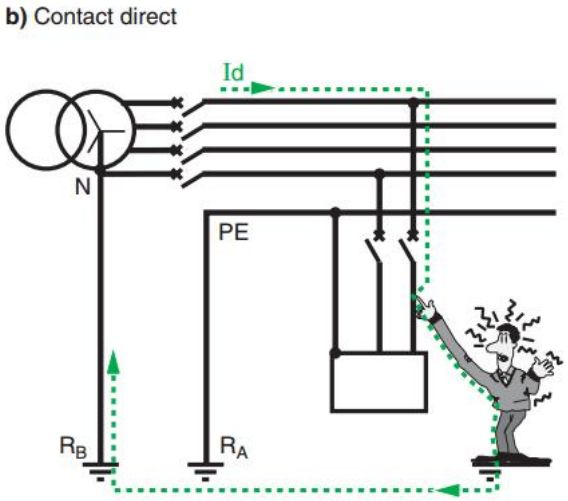

Figure III-10: Contact direct

Disjoncteur différentiel

Le principe de protection imposé pour protection par disjoncteur différentiel doit être réglé selon la formule suivante :$\mathbf{I\Delta n=U_L/Rm}$

Figure III-11: Disjoncteur différentiel

Si une installation monophasée ou triphasée, présente un défaut d'isolement, par exemple un récepteur dont la masse est reliée à la terre, le curant qui entre dans le récepteur **I** est différent de courant qui sort **« I-I_f »** (I_f courant de fuite à la terre).si, du fait de la résistance de contact, le défaut n'est pas franc, les systèmes de protection contre les surintensités, les surtensions, les baisses de tension ne fonctionnent pas, il y a risque d'électrocution par contact indirect.

Principe de fonctionnement

Le dispositif différentiel comporte un circuit magnétique en forme de tore sur lequel sont bobinés les circuits des phases et du neutre. En l'absence de fuite ou de courant résiduel de défaut, les flux produit par les bobines s'annulent, il ne se passe rien. Si un défaut survient, le courant résiduel de défaut produit un déséquilibre des flux dans les bobines et un flux magnétique dans le tore apparait.la bobine de mesure est le siège d'une force électromotrice (fem) qui alimente un petit électro-aimant provoquant le déverrouillage du disjoncteur.

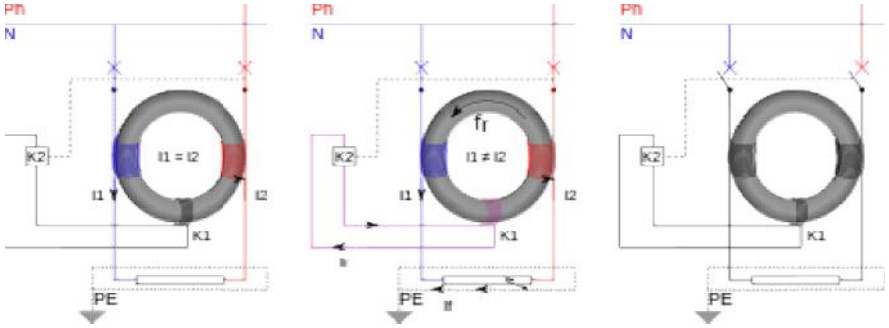

Figure III-12: Principe de fonctionnement d'un différentiel

Seuil de réglage

On appel courant de seuil le courant de réglage du disjoncteur différentiel. Il existe une incertitude sur le courant de déclenchement.

On peut dans certains cas, avoir des courants de fuite qui ne correspondent pas à un défaut sur la partie protégée. Pour éviter un déclenchement intempestif du DDR.il faut que le courant de fuite normale soit inférieur à IΔn/2.

Tension de contact présumée	Temps de coupure MAX du dispositif de protection en (s)	
	Courant alternatif	courant continue
Locaux ou emplacement secs ou humide :UL ≤ 50 v		
<50	5	5
50	5	5
75	0,6	5
90	0,45	5
120	0,34	5
150	0,27	1
220	0,17	0,4
280	0,12	0,3
350	0,08	0,2
500	0,04	0,1
25	5	5
Locaux ou emplacement humide :UL ≤ 25 v		
50	0,48	5
75	0,3	2
90	0,25	0,8
110	0,18	0,5
150	0,1	0,25
220	0,05	0,06
280	0,02	0,02

Tableau III-13

III.3.6.c La protection contre les courts circuits

La fonction « protection contre les courts-circuits » a pour but de protéger le moteur et le câble reliant celui-ci au départ-moteur contre les très fortes surintensités. Vu les très grands courants rencontrés, le temps d'intervention de l'organe de protection doit être très court, de l'ordre de quelque millisecondes. Deux technologies existent : la protection par fusibles et la protection par disjoncteurs. Les causes sont la plupart de temps accidentelles : inattention, câblage non testé, fausse manœuvre, elles peuvent aussi découler d'autre défauts non traités : surcharge, isolement défectueux.

Le principe de la méthode estime que le courant maximum de court-circuit en tout point est exprimé par la formule :

$$\mathbf{Icc\ max} = \frac{\mathbf{m} * \mathbf{c} * \mathbf{U}}{(\sqrt{3} * \sqrt{Rt^2 + Xt^2})}$$

Avec :

Rt=R1+R2+R3+…….(mΩ) la somme des résistances situées en amont de ce point.

Xt= X1+X2+……(mΩ)

- U : la tension de réseau utilisé.
- m : facteur de charge à vide qui égale à 1.05.
- C : facteur de tension qui égale à 1.05.

Le tableau suivant énumère les formules utilisées par cette méthode dans la détermination des résistances et réactances des parties d'une installation électrique de manière générale.

Parties de l'installation	Résistance en **(mΩ)**	Réactance en **(mΩ)**
Liaisons		
Câbles	$R=\rho\frac{L}{S}$	X=0.09*L câble uni jointif X=0.13*L câble uni espacé
Jeux de barres ou répartiteurs	$R=\rho\frac{L}{S}$	X=0.15*L
Disjoncteurs		
Rapides ou sélectifs	R négligeable	X négligeable

Tableau III-14

Après avoir calculé les différentes résistances des lignes, on a calculé les courants de courts-circuits susceptibles de se produire au niveau des différents points de l'armoire.

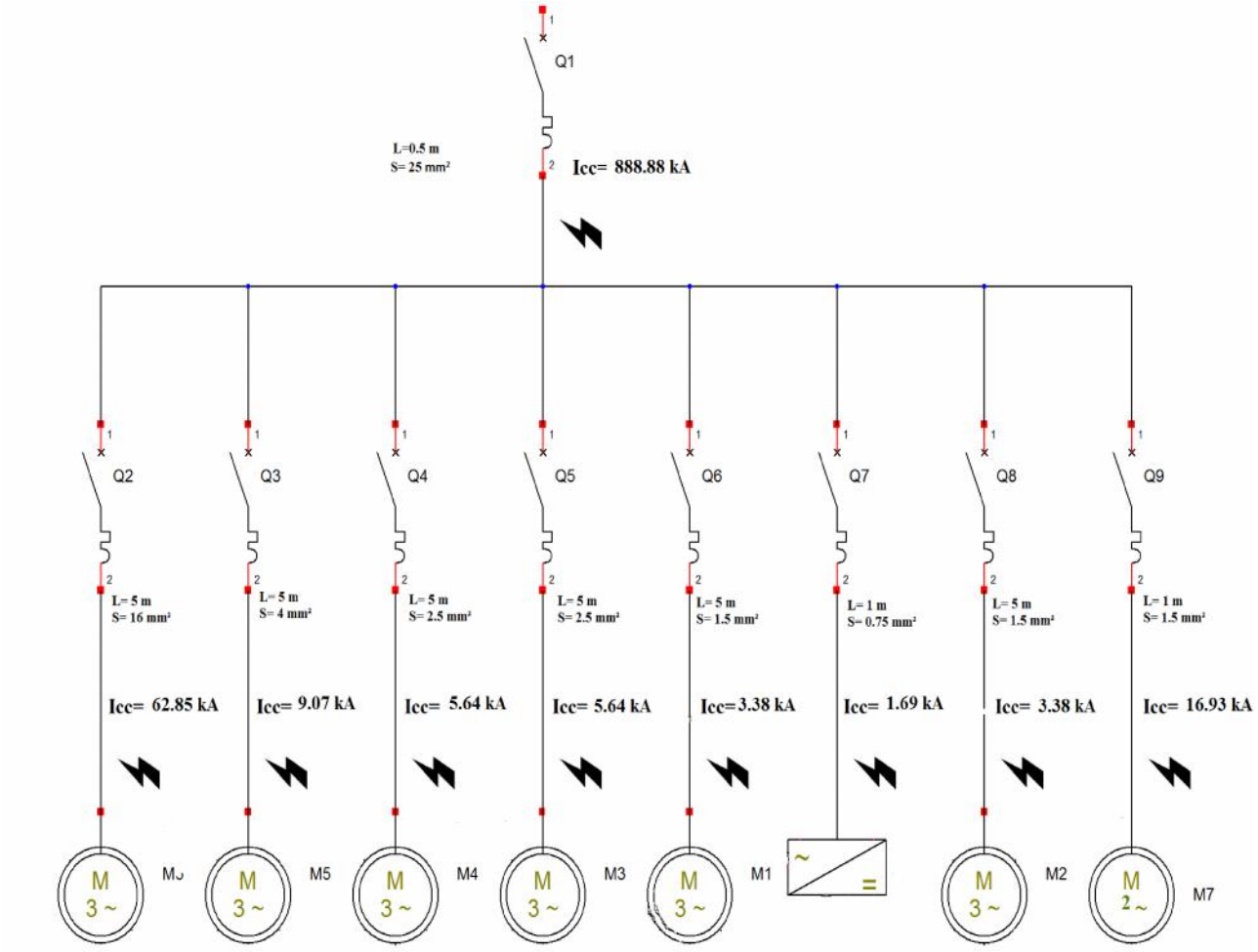

Figure III-13: Emplacement des disjoncteurs et les courants des courts-circuits

III.3.6.d La protection contre les surcharges

Un circuit est en situation de surcharge quand l'intensité du courant qui y circule est 1.3 à 9 fois supérieure à la valeur nominale pour laquelle ce circuit a été prévu, pour protéger les moteurs contre les surcharges. On utilise les relais thermiques qui sont des éléments indispensables du départ moteur.

- **Type de protection**
  - **Protection par fusible**

Les fusibles doivent fondre pour une valeur minimale du courant de court-circuit, c'est-à-dire pour un défaut franc situé en bout de ligne et dans un temps inférieur à 5 secondes [16].

If 5s <Icc min

Le pouvoir de coupure (PDC) des fusibles doit être supérieur ou égale au courant de court-circuit triphasé (Icc) susceptible de se produire juste en dessous d'eux.

PDCfusible≥Icc max

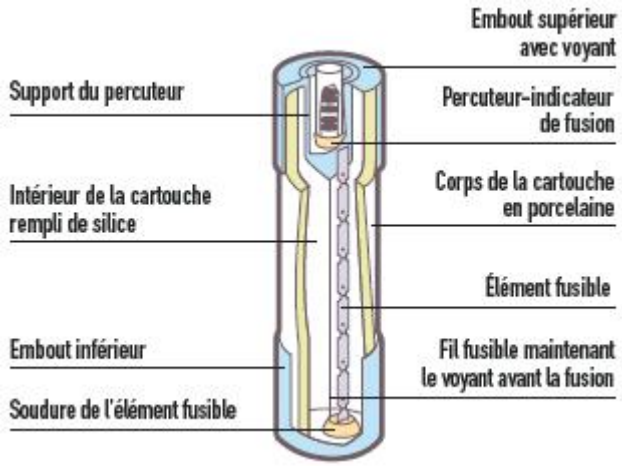

Figure III-14: Structure interne d'un fusible

- **Choix et mise en œuvre des fusibles**

La protection par fusible peut s'appliquer à un départ (ligne) ou à un récepteur. Le choix d'un fusible doit fixer :

- La classe : gF, gG, aM.
- Le calibre In et la tension assignée Ue.
- La forme et la taille.
- Le pouvoir de coupure.
- Eventuellement le système déclencheur (fusible à percuteur).

- **Avantages et inconvénients des fusibles :**

- Avantages : simple, sur, peut couteux, facile à installer, encombrement réduit.

- Inconvénients : l'inconvénient majeur vient du fait qu'il faut le remplacer après usage, de plus, le fusible est un élément de résistance donc il consomme une certaine énergie lorsqu'il est traversé par un courant électrique.

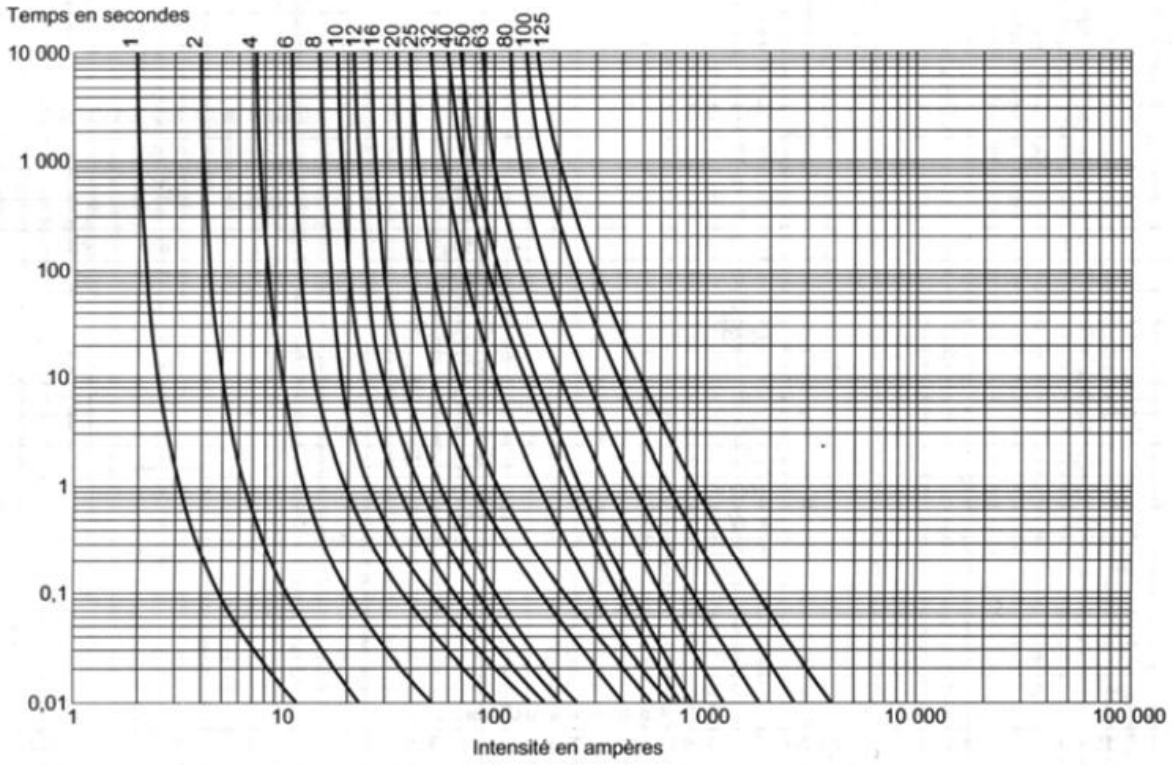

Figure III-15: Courbe de fusion des fusibles

- **Courbes de fusion**

Elles permettent de déterminer la durée de fonctionnement du fusible en fonction du courant qui le traverse avant sa fusion.

✓ Protection par disjoncteur

En cas de court-circuit, un bobinage détecte le champ électromagnétique générer par le courant traversant le disjoncteur. Lorsqu'il détecte une pointe de courant supérieur à la consigne, l'interrupteur est instantané.

Le disjoncteur doit déclencher pour une valeur minimale de courant de court-circuit, c'est-à-dire pour un défaut franc situé en bout de ligne (Imag<Icc min).le pouvoir de coupure (PDC) d'un disjoncteur doit être supérieur ou égale au courant de court-circuit triphasé (Icc) susceptible de se produire juste en dessous de lui.

PDCdisjoncteur ≥ Icc max [32]

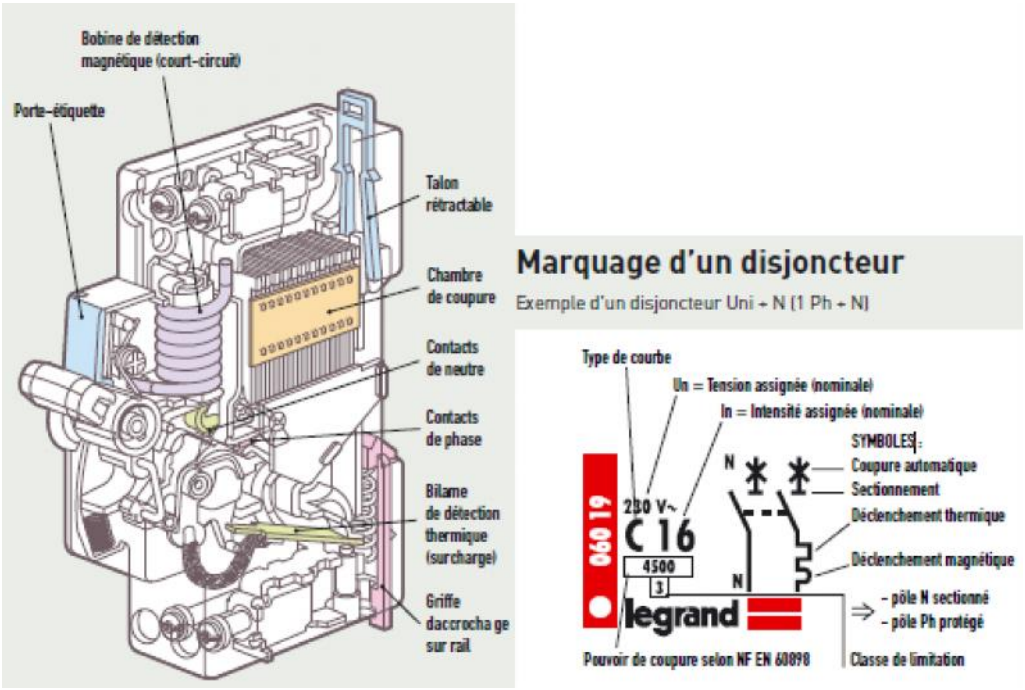

Figure III-16: Disjoncteur protège contre les surcharges et les courts-circuits

III.3.7 Réalisation du schéma de câblage électrique de l'armoire

Lorsque l'étude et le dimensionnement des conducteurs, protections ou d'autres éléments qui peuvent faire partie de l'armoire soient réalisés, nous devons faire un schéma de câblage électrique de l'armoire.

III.3.8 choix de l'armoire

✓ Le choix du coffret

On commence par l'analyse complète du schéma électrique afin de déterminer le nombre exact d'appareils électriques à installer dans l'armoire et leurs encombrements afin de procéder à une bonne disposition de ces derniers et l'évaluation des espaces entre les différents blocs de l'armoire pour choisir un coffret de (H x L x P)

✓ L'installation

- Les goulottes pour le passage des fils, des rails.
- Les racks pour la fixation des appareils et la mise en place de ces derniers
- Le choix de la ventilation si l'armoire nécessite un refroidissement.

✓ Le câblage

Une fois tous les appareils sont mis en place, il faut procéder au câblage des composants de l'armoire en faisant attention au respect des règles de câblage (couleurs, sections, repérage des fils….).

Une fois le câblage est terminé, il faut procéder à la finition de l'armoire, c'est-à-dire à la pose des tresses de masse, à la pose des couvercles de goulotte, de la signalisation par colonne lumineuse et par voyant sur l'armoire, de la ventilation pour le refroidissement de la partie puissance très souvent, suivant l'installation à réaliser, on doit procéder à la mise en place de pupitre operateur pour la commande de l'installation.

III.4 Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons dimensionné les sections des différentes canalisations permettant au courant d'y circuler normalement sans y provoquer des échauffements excessifs, et calculé les courants des courts-circuits qui peuvent servir sur les différents points de l'armoire électrique, d'où le choix des protections.

CHAPITRE IV

Programmation du système à l'aide de STEP 7

IV.1 Introduction

Sous la pression de la concurrence, les constructeurs de machines et d'équipements s'efforcent, par des économies de temps et de couts, de maintenir ou d'augmenter leur seuil de rentabilité. Ils doivent faire face à l'effritement partiel des prix de vente en proposant des machines toujours plus performantes et productives.

En conséquence, ils imposent des nouvelles exigences aux systèmes d'automatisation utilisés : modules, répertoire fonctionnel enrichi et performances élevées à des prix avantageux. Le tout accompagné d'une amélioration de la connectivité en réseau et d'une diminution des frais d'ingénierie.

Voilà la raison pour laquelle beaucoup d'utilisateurs se fient à l'utilisation des automates programmables industriels (API) modernes offrant dans différentes formes de conception une construction décentralisée, une modularité, une intelligence artificielle distribuée ainsi qu'une haute performance sur un espace minimal.

IV.2 Présentation des API

IV.2.1 Définition

L'Automate Programmable Industriel (API) est un appareil électronique, adapté à l'environnement industriel, qui réalise des fonctions d'automatisme pour assurer la commande de pré-actionneurs et d'actionneurs à partir d'informations logique, analogique ou numérique.

IV.2.2 Rôle des API

Le rôle de l'automate est de réagir aux changements d'état de ses entrées en modifiant l'état de ses sorties selon une loi de contrôle déterminée a priori par le concepteur du système.

IV.2.3 Architecture des API

II.2.3.a. Aspect extérieur

Les automates peuvent être de type compact ou modulaire :

De type compact : il intègre le processeur, l'alimentation, les entrées et les sorties. Selon les modèles et les fabricants, il pourra réaliser certaines fonctions supplémentaires (comptage rapide, E-S analogiques ….) et recevoir des extensions en nombre limité. Ces automates, de fonctionnement simple, sont généralement destinés à la commande de petits automatismes.

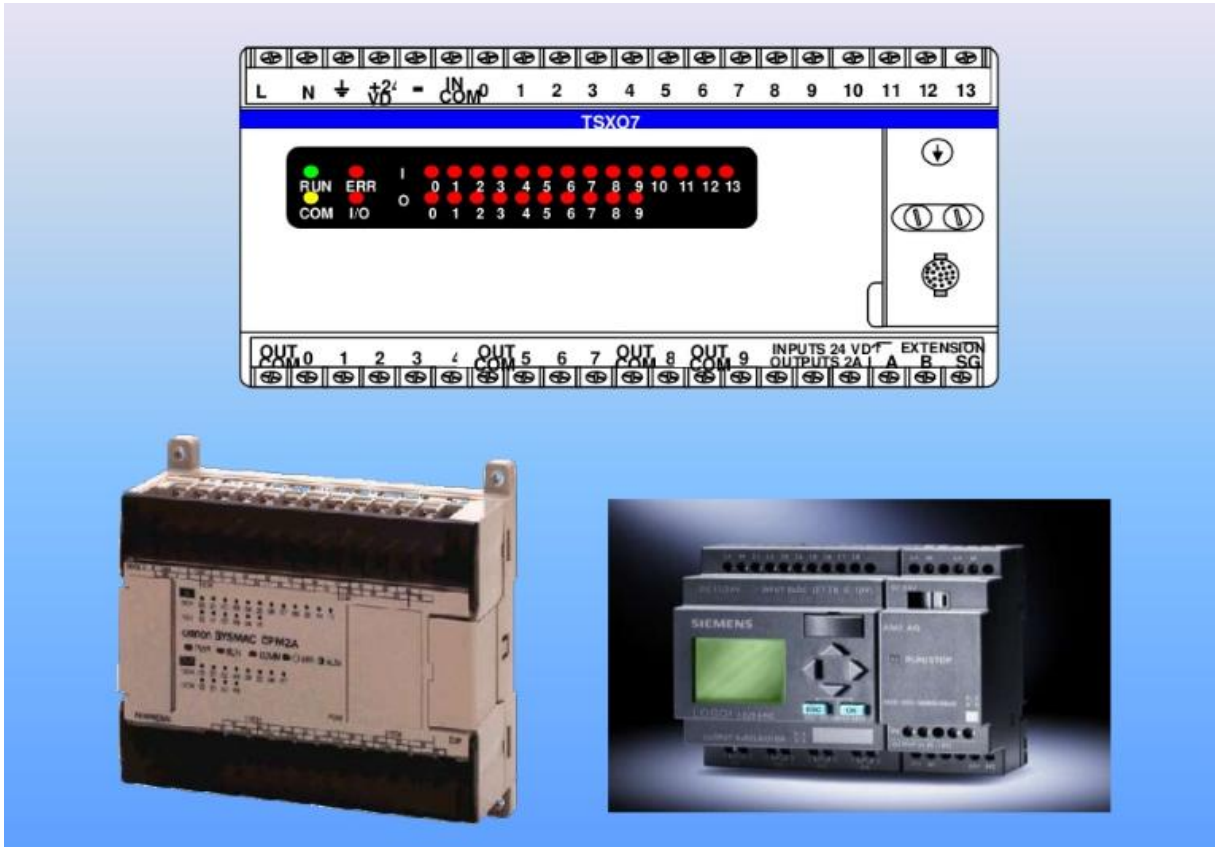

Figure IV-1: API de type compact

De type modulaire : le processeur, l'alimentation et les interfaces d'entrées-sorties résident dans des unités séparées (modules) et sont fixées sur un ou plusieurs racks contenant le fond de panier (bus plus connecteurs). Ces automates sont intégrés dans les automatismes complexes ou la puissance, capacité de traitement et flexibilité sont nécessaires.

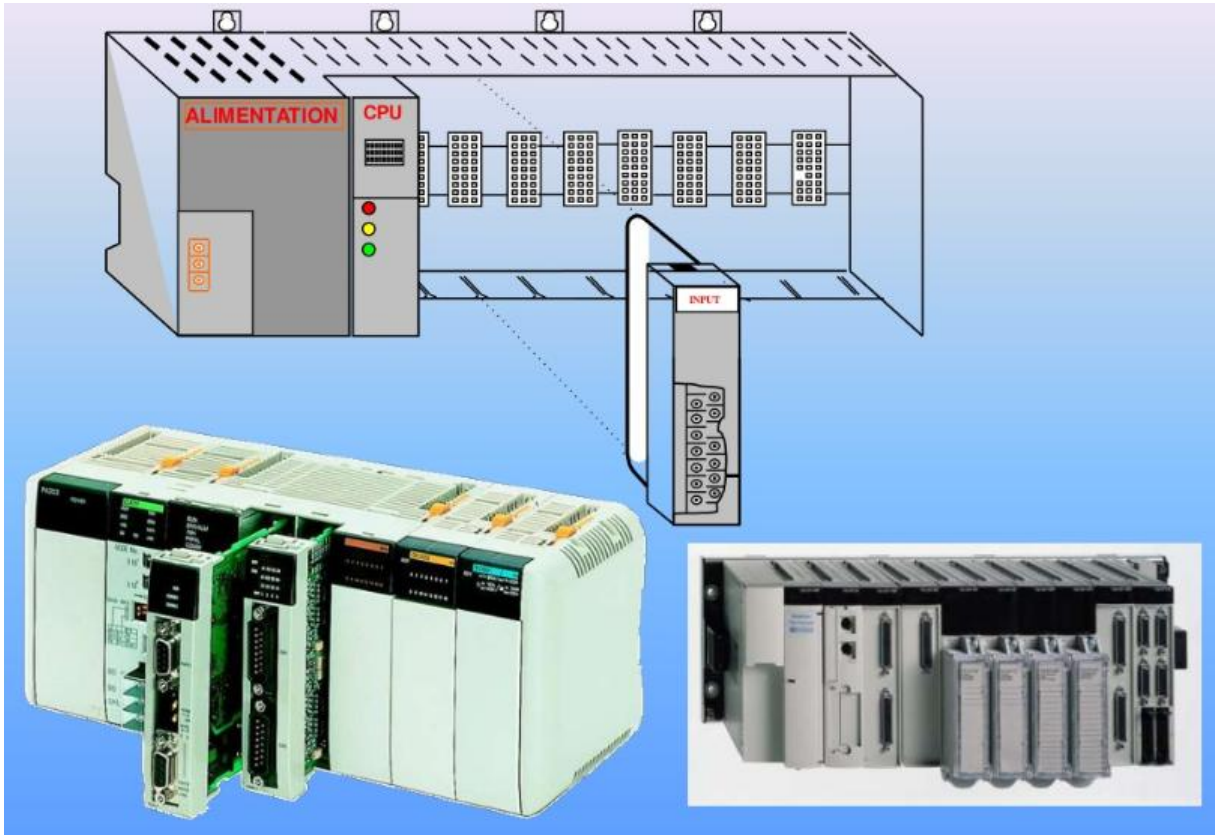

Figure IV-2: API de type modulaire

IV.2.3.b Structure interne des API

Un API est composé des parties essentielles suivantes :

a- L'unité centrale (UC)

C'est le cœur de la machine, comporte le(s) processeur(s) et la mémoire(s).

-Processeur : appelé unité de traitement, il assure le contrôle de l'ensemble de la machine et effectue les traitements demandés par les instructions du programme. Il réalise les fonctions logiques, temporisation, comptage, calcul. Il comporte un certain nombre de registres (compteur ordinal, registre d'instructions, registre d'adresse, registres de données, accumulateurs, ... Il est connecté aux autres éléments (mémoires, interfaces d'E/S, ...) par l'intermédiaire des bus.

-Mémoire : La mémoire centrale est découpée en plusieurs zones :

zone mémoire programme ; zone mémoire des données (états des E/S, valeurs des compteurs, temporisations, ...),zone où sont stockées des résultats de calcul utilisées ultérieurement dans le programme et zone pour les variables internes.

Il existe différents types de mémoires.

Mémoires vives : RAM ce sont des mémoires volatiles : elles perdent l'information en cas de coupure de l'alimentation. Certaines d'elles sont équipées de batteries de sauvegarde (autonomie réduite). Elles sont accessibles en lecture et en écriture.

Mémoires mortes : les contenus sont figés. Ce sont des mémoires à lecture seule. Les informations sont conservées en permanence sans source externe.

ROM : mémoire programmé par le fabriquant et ineffaçables.

PROM : vendues vierges et programmables une seule fois par l'utilisateur.

REPROM ou EPROM : utilisables plusieurs fois (écriture / effacement). Effacement à l'UV (Ultraviolet) pendant 10 à 30 minutes. Elles ne peuvent être reprogrammées qu'après un effacement total.

EEPROM : effacement électrique et reprogrammation rapide sur place.

b-Bloc d'alimentation

Permet de fournir à l'automate l'énergie nécessaire à son fonctionnement. Ils délivrent, à partir du 220 V alternatif, des sources de tension nécessaires à l'automate tels que : +5V, 12Vet 24V en continu.

c- Coupleurs

Ce sont des cartes électroniques qui assurent la communication entre les périphériques (modules d'E/S ou autres) et l'unité centrale.

En général, les échanges entre l'UC et les modules d'E/S s'effectuent par l'intermédiaire d'un bus interne (liaison parallèle codée) alors que ceux avec les périphériques de l'automate (console, lecteur de cassette, ...) s'effectuent par un bus externe (liaison parallèle ou série).

d- Les cartes d'E/S

Les E/S des automates programmables revêtent une importance évidente au plan technique. Leur coût dépasse fréquemment la moitié de l'investissement total d'une configuration. Ces facteurs justifient une étude détaillée de leur architecture générale, suivi de celle des E/S industrielles typiques.

Les caractéristiques des entrées sont :

-Nombre et nature (TOR, numérique, analogique, etc.).

-Spécifications électriques de raccordement (tension, courant, alimentation).

-Filtrage, c'est-à-dire. Capacité à ne pas laisser passer les parasites ou signaux d'une durée inférieure à une valeur définie. Les valeurs standard vont jusqu'à quelques dizaines de millisecondes.

Les caractéristiques des sorties sont :

-nombre et nature.

-technologie : à contact mécanique (relais) ou statique (composant électronique), et les temps de commutation associés (de la milliseconde pour les contacts à quelques dizaines de microsecondes pour les transistors).

-spécifications électriques de raccordement (tension, courant, puissance, etc.).

Les entrées et les sorties sont proposées :

soit par quantité imposées (10, 16, 24 E/S pour les nano-automates par exemple). Ces configurations de base peuvent être étendues en connectant des blocs d'extensions ou d'autres appareils. Soit sous forme de cartes ou modules à 4, 8, 16 ou 32 entrées ou sorties branchables dans des racks.

e- Les consoles :

- Console d'exploitation : permet le paramétrage et les relevés d'informations (modification des valeurs et visualisation) sur site.
- Console de programmation, réglage et exploitation.

f- les boîtiers de test :

C'est un dispositif rudimentaire et donc moins onéreux que la console. Il permet aux personnels d'entretien d'accéder à la mémoire de l'API pour détecter d'éventuelles erreurs et de visualiser le programme ou les valeurs des paramètres.

g- Les unités de dialogue en ligne :

C'est un outil qui complète les boîtiers de test. Il a pour rôle de permettre certaines interventions sur l'API qui auraient nécessité autrement la connexion d'une console ou l'utilisation des dispositifs ponctuels tel que la roue codeuse… Mais la connexion de la console posait un problème de coût et surtout de sécurité puisqu'elle accède à l'ensemble des fonctions de l'automate.

IV.3 Câblage des entrées/sorties d'un automate

IV.3.1 Alimentation d'un automate

L'automate est généralement alimenté par le réseau monophasé 220 V ; 50 Hz mais d'autres alimentations sont possible comme 110 V.

La protection est de type magnétothermique et selon les caractéristiques de l'automate et les préconisations de constructeur. Il est souhaitable d'asservir l'automate par un circuit de commande spécifique.

IV.3.2 Alimentation des entrées

L'automate est pourvu généralement d'une alimentation des capteurs/détecteurs. Les entrées sont connectées au 0V (commun) de cette alimentation. Les informations des capteurs/détecteurs sont traitées par les interfaces d'entrées.

IV.3.3 Alimentation des sorties

Les interfaces de sorties permettent d'alimenter les divers prés-actionneurs. Il est souhaitable d'équiper chaque pré-actionneur de circuit RC.

IV.4 Traitement du programme automate

Tous les automates fonctionnent selon le même mode opératoire :

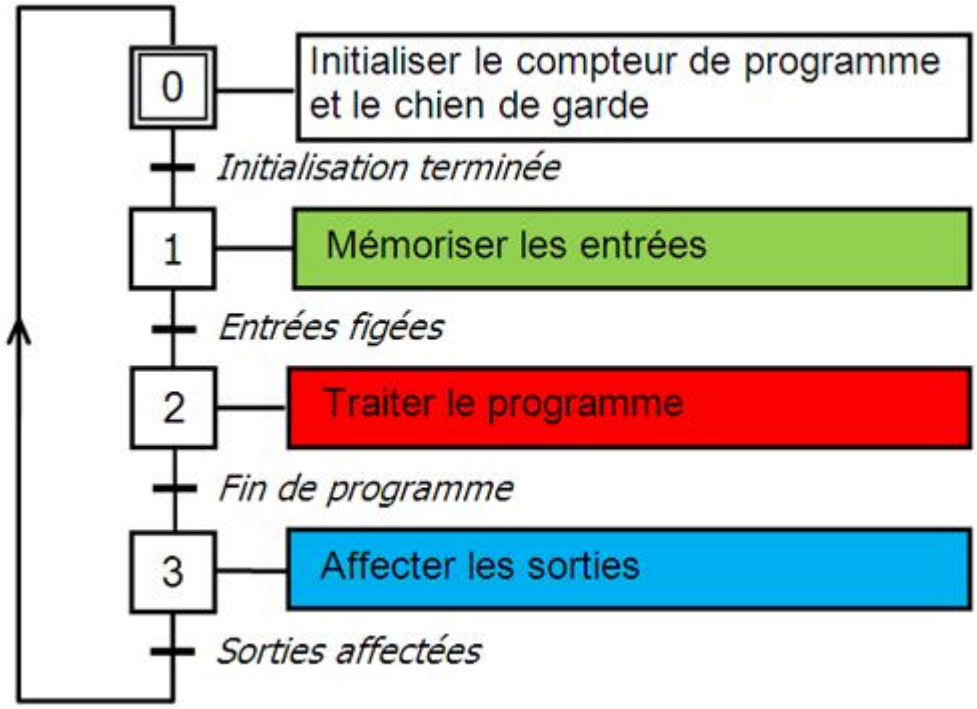

Figure IV-3: Programmation des API

La programmation des API se fait par une console de programmation ou par un ordinateur équipé d'un logiciel de programmation et l'interface de chargement.

IV.5 Critères de choix d'un API

Après avoir établi un cahier des charges d'un système, le choix d'un API revient à considérer certains critères importants tels que :

- Ampérage de module d'alimentation.
- Le nombre et la nature des entrées-sorties.
- Le type de processeur.
- Fonction ou module spéciale.
- La communication avec d'autres systèmes.
- La fiabilité et la robustesse.
- Solution extensible.
- Protection contre les parasites.
- Temps de traitement.
- Capacité de la mémoire.

Il faut aussi tenir compte du temps de cycle de l'automate, et la rapidité des signaux et la capacité des compteurs et des temporisateurs [8].

Notre choix s'est porté sur l'automate S7-300 CPU 315 2DP.

IV.6 Avantages et inconvénients des API

✓ **Avantages**

- Une grande souplesse de mise en œuvre indépendante du procédé.
- Facilité de la manipulation.
- Favorable aux traitements évolués tel que le calcul numérique et la régulation.
- Simplification de la maintenance des systèmes.
- Les API permettent d'ajuster la disponibilité du système au besoin.

✓ **Inconvénients**

- L'API ne supprime pas tout le câblage.
- Sa vitesse peut être insuffisante dans quelques cas.
- Le déroulement cyclique du programme peu présenter un facteur de complexité et limite les possibilités d'organisation de taches.
- L'utilisation des API nécessite une étude préalable approfondie du système automatisé et de l'automate lui-même.

IV.7 Présentation de l'automate s7-300

Le S7-300 est un appareil d'utilisation universelle, il appartient à la famille SIMATIC, qui permet la commande des machines et divers installation grâce à son système d'automatisation standard.

L'automate S7-300 est conçu de façon modulaire. Il dispose d'une vaste gamme de modules dotés d'une multitude de fonctions conviviales permettant à l'utilisateur de d'employer les modules nécessaires à son application. Selon les tâches à accomplir, l'automate peut à tout moment faire l'objet d'extensions par l'ajout de modules supplémentaires.

Le SIMATIC S7-300 offre des performances très élevées dans l'automatisation des machines et l'installation industrielle.

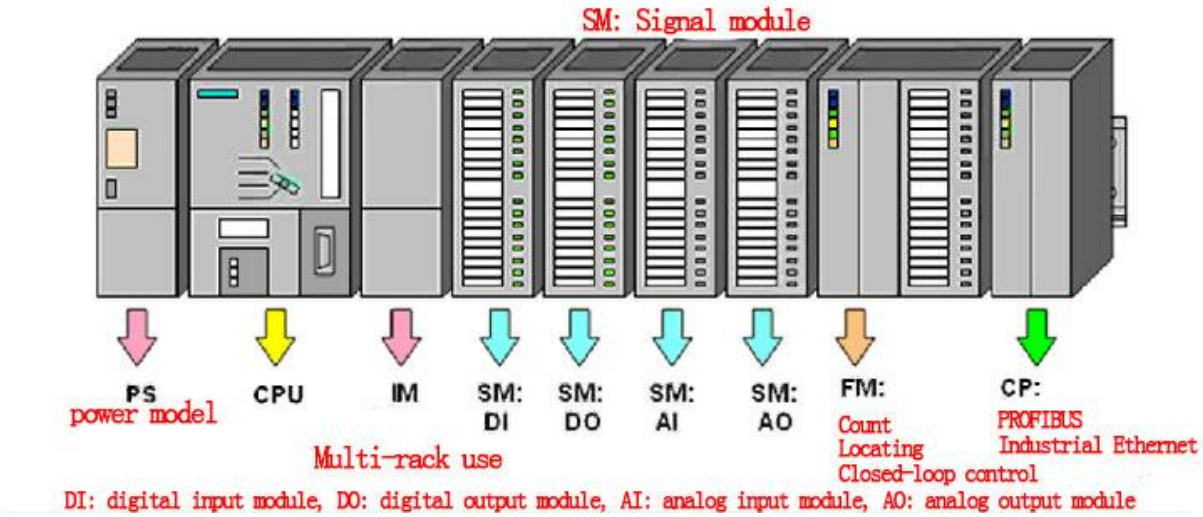

Figure IV-4 : Structure de l'automate S7-300

IV.7.1 Description de la CPU 315 2DP

La CPU 315-2 DP dispose d'une mémoire de programme de capacité moyenne à grande ainsi que d'une interface maître/esclave PROFIBUS DP. Elle est utilisée dans les installations qui, en plus de la périphérie centralisée, met en œuvre des structures d'automatismes décentralisées [8].

Elle est souvent utilisée comme maître PROFIBUS DP standard sur SIMATIC S7-300. La CPU est également mise en œuvre comme intelligence décentralisée (esclave DP).

Figure IV-5 : CPU 315-2 DP

IV.7.2 Caractéristiques de la s7-300

- Mini-automate modulaire pour applications de puissance petite à moyenne
- Une gamme étoffée de modules permettant l'adaptation optimale à la tâche d'automatisation
- Souplesse d'utilisation grâce à la simplicité de réalisation d'architectures décentralisées et aux multiples possibilités de mise en réseau
- Facilité de mise en œuvre procurée par le confort de manipulation et une constitution simple.
- Evolutivité permettant de suivre la croissance des installations.

- Haut niveau de performance procuré par les nombreuses fonctions intégrées.
- Automate de sécurité pour les installations de production exigeant un haut niveau de sécurité.
- Possibilité de raccordement de stations de périphérie décentralisée.
- Communication de sécurité via PROFIBUS DP avec Profil PROFISafe.
- Possibilité d'utiliser des modules standards supplémentaires pour des applications non sécuritaires.
- Logiciel exploitable en temps réel.
- Configuration et programmation à l'aide du logiciel STEP 7.

IV.7.3 Les composants de S7-300

La S7-300 dispose d'une large gamme de modules. Ces modules peuvent être choisis ou combinés selon la structure appropriée à notre solution d'automatisation.

✓ **Module de simulation**

Ce sont des modules spéciaux qui offrent à l'utilisateur la possibilité de tester son programme lors de la mise en service et en cours de fonctionnement.

✓ **Console de programmation (PG ou PC SIMATIC)**

Les consoles de programmation SIMATIC sont des outils pour la saisie, le traitement et l'archivage des données machines et des données de processus ainsi que la suppression du programme.

✓ **Logiciel de programmation step7**

- **Langage de programmation de la S7-300**

Il existe 03 langages de programmation des API qui sont normalisés au plan mondial, on distingue :

- Langage LIST d'instruction : c'est un langage textuel.
- Langage à contact : c'est un langage graphique développé pour les électriciens, il utilise les symboles tel que le contact, relais et les blocs fonctionnel (temporisateur, comptage,….), il s'organise en réseau, c'est le plus utilisé.

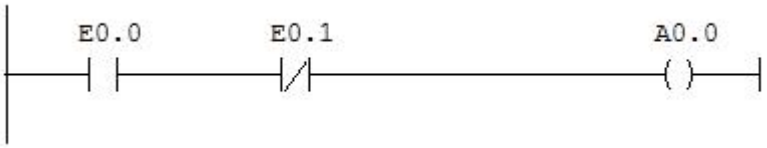

Figure IV-6: Langage à contact

- Langage logique : c'est un langage graphique développé pour les électroniciens, utilise les symboles de la logique électronique tel que les portes ou et and,…etc [9].

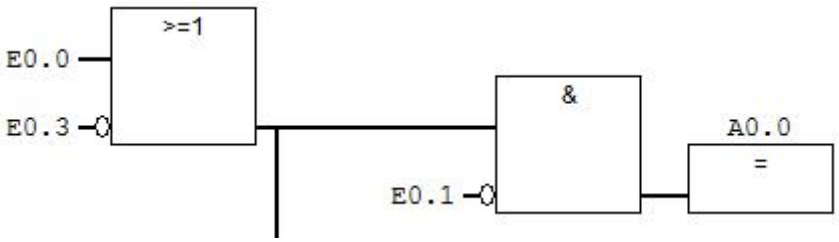

Figure IV-7 : Langage logique

✓ **Traitement structurel du programme**

On répartit le programme d'un ensemble volumineux de tache de commande en blocs de programme petits, clairs, associés à des fonctions. Cela présente l'avantage de pouvoir tester les blocs de manière individuels et de faire fonctionner l'ensemble par une fonction globale. Les blocs de programme doivent être appelés par des commandes d'appel de bloc (call, UC, CC).

IV.8 Les blocs de S7

Le logiciel STEP 7 offre pour la programmation de cycle, des blocs système et des blocs utilisateurs.

IV.8.1 Bloc système

Ce sont des fonctions ou des blocs prédéfinis intégrés dans le système d'exploitation de la CPU. Ils sont appelés par le programme utilisateur.

IV.8.2 Blocs utilisateurs

Ils contiennent le code, le programme et les données du programme utilisateur.

IV.8.2.a Types de blocs utilisateurs

- ✓ **Bloc d'organisation (OB)**

Les blocs d'organisation constituent l'interface entre le système d'exploitation et le programme utilisateur. Ces blocs déterminent la structure du programme et ne peuvent être appelés par le système que selon leurs priorités. Autrement dit l'exécution d'un OB peut être interrompue par l'appel d'un autre OB plus prioritaire.

- ✓ **Blocs de données**

Ils servent à stocker le programme utilisateur.

- ✓ **Blocs fonctionnels**

Un bloc fonctionnel est un bloc avec rémanence (mémoire). Un bloc d'instance qui en constitue la mémoire.

- ✓ **Fonction (FC)**

Blocs sans mémoire. Les FC contiennent des routines de programme pour les fonctions fréquemment utilisées. Les fonctions peuvent faire appel à des blocs de données globaux pour la sauvegarde des données.

IV.9 Configuration matérielle

La configuration matérielle consiste en la disposition des châssis (racks), des modules et d'appareils de la périphérie centralisée. Les châssis sont représentés par une table de configuration dans laquelle on peut placer un nombre défini de modules, comme dans les châssis réels.

Comme le type de l'automate que nous avons choisis est de type modulaires, il nous faut donc choisir le matériel suivant un ordre chronologique commençant par le type d'alimentation, la CPU et les différentes entrées/sorties pour avoir les caractéristiques de l'automate qui sont les suivantes :

- PS 307 10A.
- CPU 315-2 DP(1).
- AIx12Bit.
- DI16xDC24V.

- AO4x12Bit.
- DO16xAC120V/0.5A.

Ce choix est justifié par le nombre d'entrées/sorties que possède notre installation ainsi que leurs natures.

- Les entrées/sorties logiques : elles sont réservées aux boutons poussoirs, les capteur TOR, les vannes TOR, les moteurs……etc.
- Les entrées/sorties analogiques : elles sont réservées aux débitmètres, les vannes modulantes, les variateurs de vitesses……etc.

La figure VI-8: illustre la configuration matérielle.

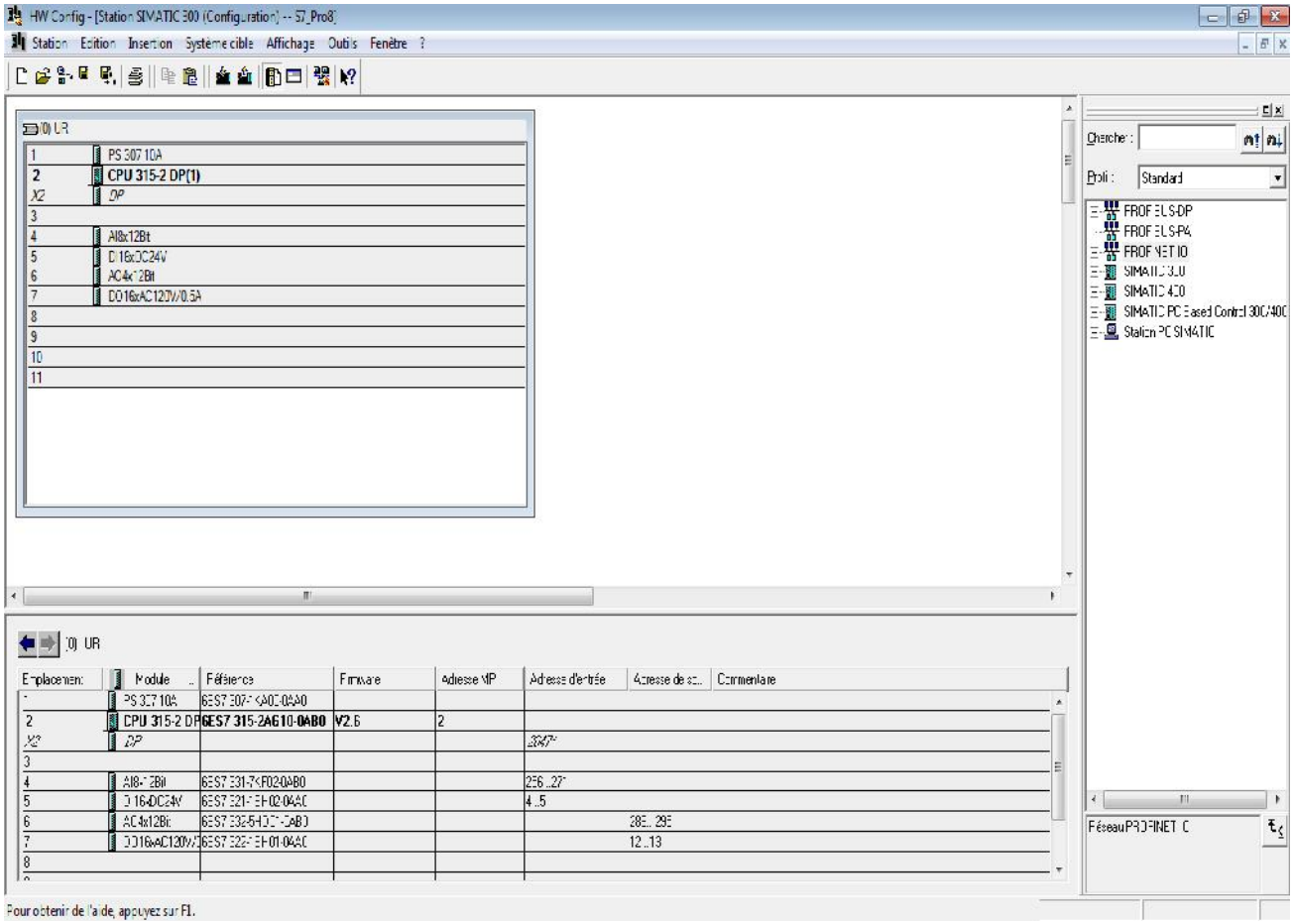

Figure IV-8: Configuration matérielle

IV.10 Table des mnémoniques

Une mnémonique est un nom que l'utilisateur définit en respectant les règles de la syntaxe imposées. Il est destiné à rendre le programme utilisateur très lisible et aide donc à gérer facilement les grands nombre de variables couramment rencontrées dans ce genre de programme. Ce nom peut être utilisé pour la programmation et le contrôle commande, une fois que son affectation est terminée.

La**Figure IV-9** représente une partie de la table des mnémoniques qu'on a utilisées dans le programme.

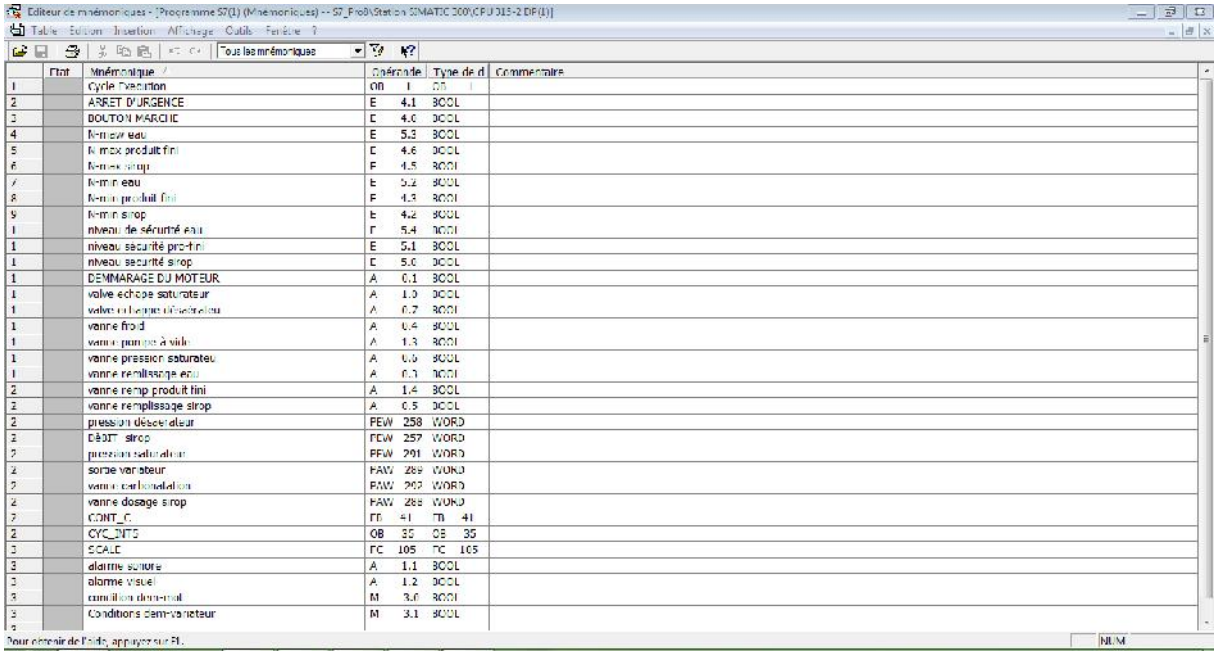

Figure IV-9 : Tables des mnémoniques

IV.11 Test et validation de notre programme

Après l'élaboration du programme du système à automatiser, nous aboutissons à l'étape décisive du travail cette étape est la validation du programme par simulation et vérification de son bon fonctionnement.

Pour cela nous avons utilisé le logiciel S7 PLCSIM qui est un logiciel optionnel de STEP7.l'application de simulation de modules S7-PLCSIM nous permet d'exécuter et de tester le programme dans un automate programmable industriel (API) que nous simulons dans un ordinateur. La figure présente la fenêtre du simulateur de STEP7.

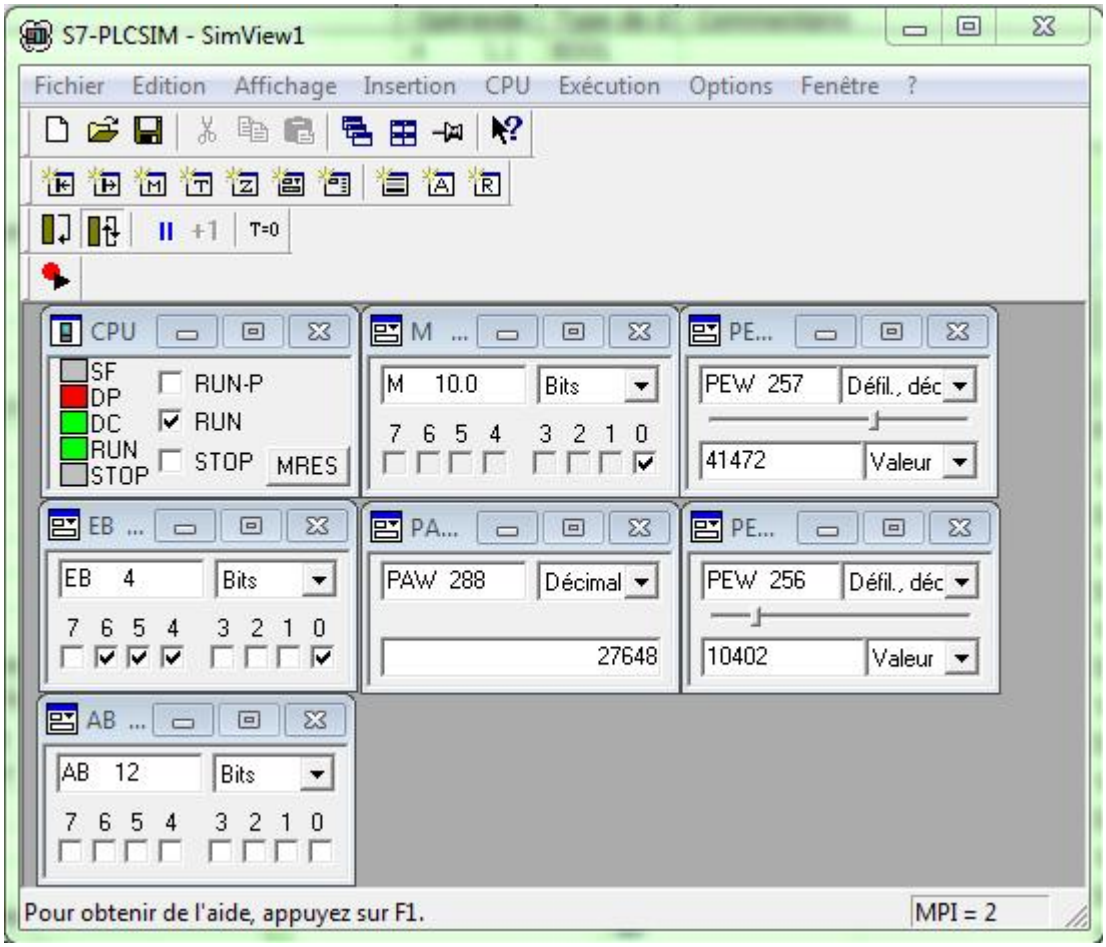

Figure IV-10: Fenêtre de S7-PLCSIM

Les figures ci dessous démontrent deux parties de notre programme validé

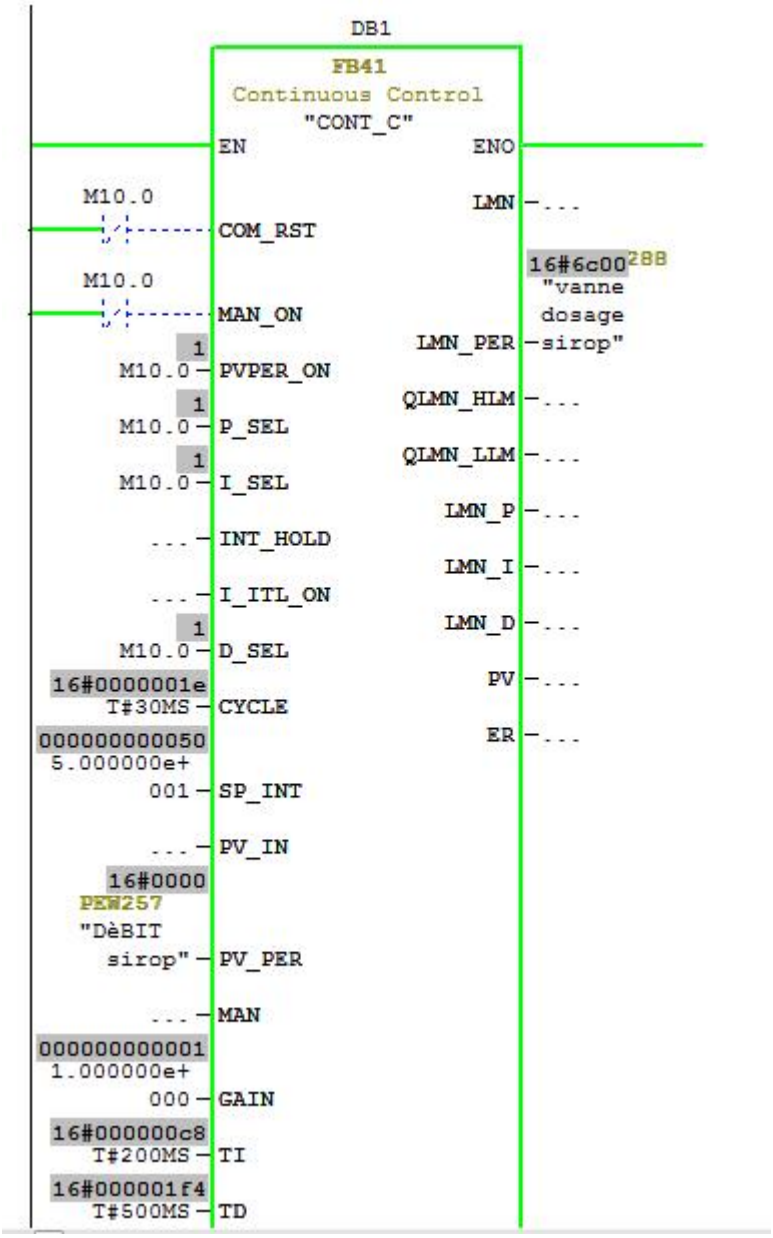

Figure IV-11: Vue du bloc FB41 SOUS step7.

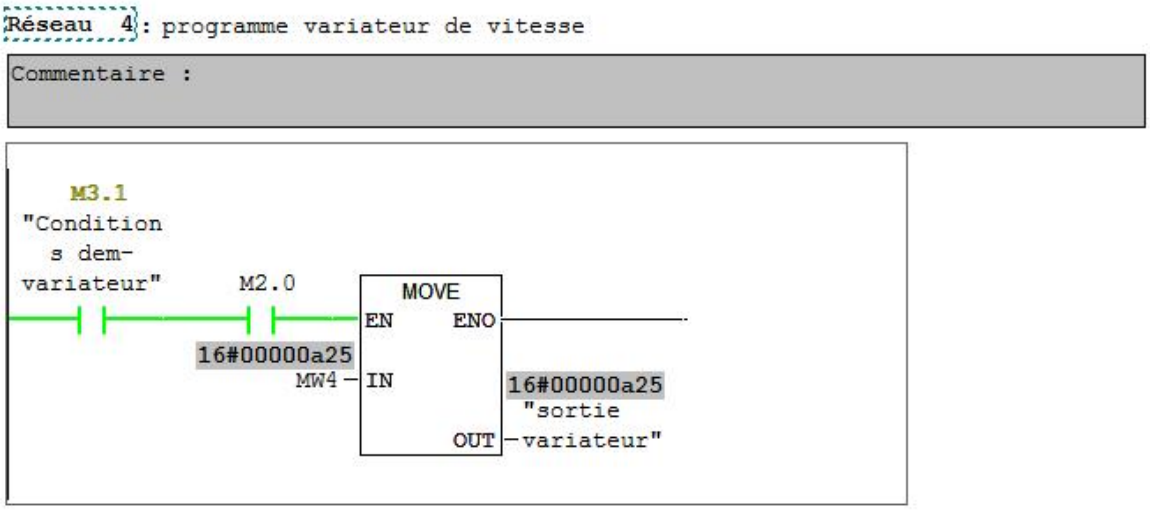

Figure IV-12 : Visualisation de l'état de programme variateur

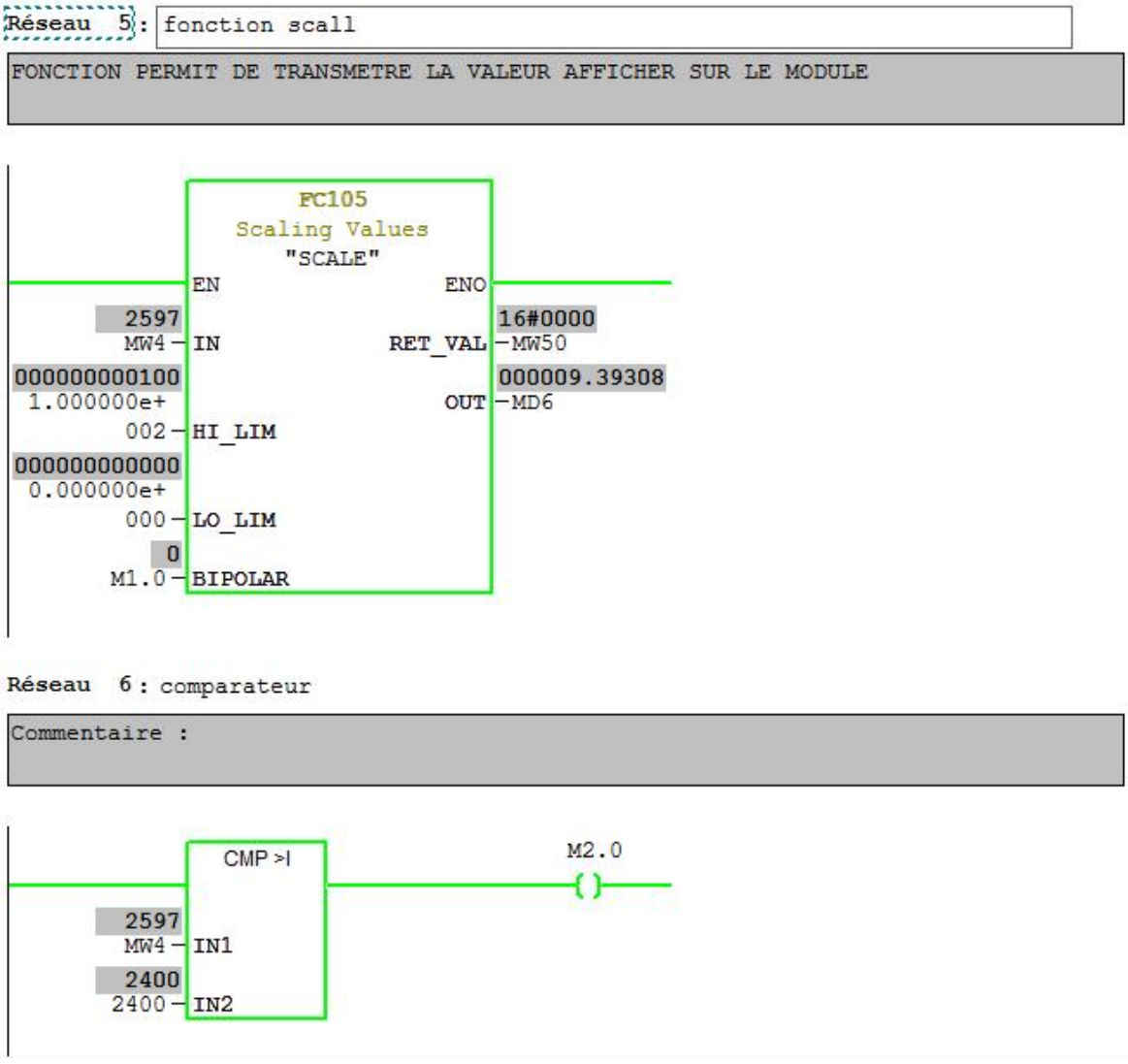

Figure IV-13: Fonction FC105 (scale)

IV.12 Conclusion

Dans ce chapitre nous avons présenté d'une manière générale les Automates Programmable Industriels (API), ainsi que les composants essentiels qui les constituent.

Nous avons aussi vu la manière de procéder au choix de l'automate et sa description ainsi l'exposition d'une partie du programme que nous avons accompli sous STEP 7 pour commander le CARBOMIX automatiquement

Conclusion générale

Conclusion generale

En investissant de façon judicieuse dans les solutions d'automatisation de la machine, les entreprises peuvent transformer complètement le processus, afin d'améliorer la qualité et le rendement, de renforcer les contrôles, la sécurité, et de réaliser un retour sur l'investissement tangible et intéressant.

Durant la période de stage que nous avons effectué au sein de l'entreprise fruital COCA-COLA, nous avons réussi à étudier et à réaliser les différentes parties d'une armoire électrique (alimentation, protection, API…etc).

Ce stage nous a permis de découvrir le monde industriel en général, en particulier l'industrie agro-alimentaire, de plus il nous a permis de perfectionner nos connaissances dans le domaine de l'électrotechnique et l'automatisation, théorique et pratique.

L'étude détaillée de CARBOMIX nous a incité à la compréhension du comportement et le fonctionnement de ce système, cette étude nous a dévoilé les failles du CARBOMIX ainsi nous avons proposé une solution plus efficace.

Après avoir donné la description générale du CARBOMIX et son fonctionnement, nous avons d'abord, proposé un cahier des charges bien défini, ensuite l'étude de l'armoire électrique en procédant par le choix de tous les composants ; de protection, de commande et de contrôle à utiliser.

Ensuite, nous sommes passés au développement de la solution de programmation. Le choix de l'automate programmable comme organe de commande nous a conduit à l'étudier, il nous a permis de découvrir un outil performant et très compact qui permet de remplacer des commandes très complexes et surtout volumineuses. Cela nécessite néanmoins la maitrise du langage spécifique à l'API S7 300 qui est STEP 7.

Enfin, nous espérons avoir été à la hauteur des attentes et aussi que notre mémoire sera utile aux étudiants qui nous succèderont voulant travailler dans ce domaine.

Annexe

Présentation de la société Fruital Coca Cola

SPA Fruital Coca-Cola

L'usine de Fruital SPA est située dans la zone industrielle de Rouiba, à seulement 35 km du centre d'Alger. Cette usine s'étale sur une superficie de 51 000 km2 donc plus de 5 hectares Fruital Spa est l'un des plus importants embouteilleurs et distributeurs de Coca-Cola en Algérie. Elle fabrique leur boissons à partir des concentrés mis au point par The Coca-Cola Company, elle assure, également, la commercialisation et la distribution des produits à travers les différents canaux de distribution : alimentaire (alimentation générale, superettes, supermarchés),et aussi hors domicile comme (les cafeterias, les restaurants, les hôtels).

Historique

Fruital Spa a vu le jour en 1993, elle disposât alors d'une usine à khemis el khechna (fruital I) spécialisée dans la production des cannetes et des bouteilles en plastique PET 1.5L.
Dotée alors, d'une capacité de production prodigieuse et de moyens à la technologie, ceci lui a valu d'être placé au rang de l'unité de fabrication la plus importante d'Afrique du nord.
C'est alors que le géant du secteur de l'agroalimentaire, The Coca-Cola company, le fabricant de boissons non alcoolisées, lui a accordé une licence pour la production et la commercialisation de sa gamme de produits en Algérie.
Avec un succès grandissant, une deuxième usine démarre son activité en juin 1997 à Rouiba, cette usine s'est imposée, aujourd'hui, dans le marché.

Statistiques

- Fruital Spa est le leader du marché de la boisson gazeuse sur son territoire de ventes.
- La Société propose une large gamme de produits diversifiés, répondant à tous les besoinsdes consommateurs algériens.
- La société met en place 70 références de produits comme (Coca-Cola, Coca-Cola light, Coca-Cola zéro, Fanta, Sprite, Schweppes, Burn et le jus Minute Maidpulpyrany).
- Fruital Spa Coca Cola possède l'un des plus grands réseaux de distribution sur le groupe des boissons gazeuses avec des systèmes de distribution modernes et optimisés pour faire satisfaire toutes les demandes des clients et consommateurs.
- Elle distribue ses produits dans 13 Wilayas : le Grand Alger, Tizi-Ouzou, Médéa, Djelfa, Blida, Ain Defla, Boumerdes, Bouira, Bordj Bou Arreridj, Tipaza, Laghouat, Ghardaïa, Tamanrasset.
- Fruital Spa emploie à ce jour près de 1500 employés, dont une force de vente très étoffée (pré-vendeurs, superviseurs, développeurs, livreurs vendeurs).
- Fruital Spa dispose de toutes les nouvelles de la technologie dans le domaine de la production des boissons non alcoolisés.

• La société Fruital Coca Cola possède huit processus de production :

- **Ligne de production de verre 100cl :** Cette ligne de production a une capacité de production 24000 bouteilles/heure.
- **Ligne de production de verre mixte 25cl/30cl/100cl :** Cette ligne fabrique tous les formats des bouteilles en verre, en 2010 cette ligne avait une petite modification pour permettre a adapté pour la production de jus.
- **Ligne de production pour canette :** Cette ligne a une à était installé en 2011 sa capacité de production est de 72000 b/h.
- **Ligne de production pet 10/10 :** Cette ligne a une capacité de production du 12000 b/h
- **Ligne de production pet 10/14 1L :** Cette ligne de production a une capacité de production 18000 b/h pour les bouteilles d'un litre et de 16200 b/h pour les bouteilles de deux litres.
- **Ligne de production pet 14/20 2L :** Cette ligne de production a une capacité de production 28000 b/h pour les bouteilles d'un litre et de 26000 b/h pour les bouteilles de deux litres.
- **Ligne casier :** Cette ligne produit les casiers pour les bouteilles du verre du 1L.
- **Siroperie :** la préparation du sirop s'effectue au niveau de la siroperie.

Activités de Fruital

Fruital Spa exerce aujourd'hui une activité industrielle et commerciale à la fois, cette activité commence par la réception des matières premières jusqu'à la distribution des produits dans les différents points de vente. Toutes les boissons commercialisées par Fruital Spa sont produites localement dans l'usine de Rouïba.

Fruital Coca-Cola a également pour mission de mener et de coordonner avec The Coca-ColaCompany, le lancement sur notre territoire de ventes de toutes les actions marketing à destination des consommateurs et les actions commerciales à destination de nos clients distributeurs.

Bibliographie

[1] Manuel CARBOMIX A DUE ITA-FRA

JUICY TECHNOLOGY AND SPARKLING IDEAS

[6] Livre : Georges Asch et Coll

Les capteurs en instrumentation industrielle. 7 éme édition.

[7]Livre : Pierre FARBY, Chantal GONDRAN

Fonctionnement, utilisation, conception

[8] Electrotechnique.ThéodoreWildi 4éme édition

[9] Philipe Ladou.
Variation de vitesse des machines à courant alternatif.

[10]MEMOIRE De fin d'étude MASTER II ACADEMIQUE EN ELECTROTECHNIQUE OPTION MACHINES ELECTRIQUES Thème : Etude et réalisation d'une armoire électrique d'un bloc soutireuseen vue de sa commande et de sa supervision présenté par :

CHERIEF Djamel

BELKACEM Nadjib

[14] Mémoire de fin d'études. Ingénieur d'état en Electrotechnique.Thème : Etude et Réalisation d'une armoire électrique pour pasteurisateurprésenté par :

FEKIK Sofiane

DEBBI Djamel

MAKOUDI Rabah

[19]MEMOIRE DE FIN D'ETUDE DE MASTER PROFESSIONNEL.
Spécialité : Automatique et Informatique Industriel.
Thème : Etude et Automatisation d'une chaine de production de parois cuisinière à l'aide d'un Automate S7-300 et la supervision WinCC.
Présenté par : Salem KECHIR

Nadia MEZIANI

[20] MEMOIRE DE FIN D'ETUDE DE MASTER PROFESSIONNEL.
Spécialité : Automatique et Informatique Industriel.
Thème : Automatisation et supervision d'une chaine de remplissage de bouteilles de GAZ propane.
Présenté par : ZEMANI Meziane ,BEDRI Abderezzak.

Résume :

Dans le cadre de notre formation de Master, on a réalisé un stage de fin d'études de trois mois au sein de l'entreprise multinationale Fruital Coca Cola.

Pendant ce stage on avait l'opportunité de participer à des missions diverses qui nous ont permis d'apprendre et de comprendre le fonctionnement de la machine CARBOMIX.

L'étude détaillée de CARBOMIX nous a incité à la compréhension du comportement et le fonctionnement de ce système, cette étude nous a dévoilé les failles du CARBOMIX ainsi nous avons proposé une solution plus efficace.

Après avoir donné la description générale du CARBOMIX et son fonctionnement, nous avons d'abord, proposé un cahier des charges bien défini, ensuite l'étude de l'armoire électrique en procédant par le choix de tous les composants ; de protection, de commande et de contrôle à utiliser.

Ensuite, nous sommes passés au développement de la solution de programmation. Le choix de l'automate programmable comme organe de commande nous a conduit à l'étudier, il nous a permis de découvrir un outil performant et très compact qui permet de remplacer des commandes très complexes et surtout volumineuses. Cela nécessite néanmoins la maitrise du langage spécifique à l'API S7 300 qui est STEP 7.