

République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche scientifique
Université A. MIRA– Bejaïa
Faculté de Technologie
Département de Génie électrique



Mémoire de fin d'étude

En vue de l'obtention du diplôme de
MASTER

Option :
Electromécanique et Commande électrique

Thème _____

Dimensionnement d'une électropompe avec armoire de
commande pour Transfer d'eau au niveau de
SONATRACH

Réaliser par :

ARAB loundja

BELDJOUDI bachir

Encadré par :

Mr. MEBARKI nasser eddin

Année universitaire : 2023/2024

Remerciements

Avant tous, nous tenant à remercier DIEU pour le courage, la patience, la santé qu'il nous a donné afin de réaliser ce modeste travail. Ainsi nos parents, nos frères et sœur pour leur soutien et leurs encouragements durant notre cycle d'étude.

Tous nos infinis remerciements à notre promoteur Monsieur MEBARKI Nesser eddine pour ces conseils judicieux, pour ces encouragements et ses remarques qui nous ont permis de présenter notre travail dans sa meilleure forme.

Nous tenant aussi à exprimer toutes notre gratitude à notre encadreur Mr REDOUANE Abdenour ingénieur maintenicien au sein de l'entreprise industrielle SONATRACH, pour l'aide, le suivie régulier et les précieux conseil qui nous a porter tous le lent de la réaliser de ce Modeste travail.

Nous tenant à remercier vivement Mr. TAZRARTH Farid pour ces conseils qu'il nous a donné et sa disponibilité sans faille durant notre cycle universitaire.

Nous adressons nos vifs remerciements au membre de jury de bien vouloir accepter d'évaluer notre travail.

Enfin, on tient à exprimer nos profonds remerciements à tous ce qui nous ont soutenus de loin ou de prie pour la réalisation de ce projet.

Dédicace

A la femme qui m'a donné naissance à la vie, A l'homme le plus courageux que dieu l'habite dans son spacieux paradis, qui m'ont donné l'amour et joie de vivre, mes parents je vous aime.

A ma tante paternelle, mes oncles.

A ma sœur KAHINA.

A m'a grande mère Allah Yerhemha

A mes amis les plus fidèles : KOSSAILA, KHELAF, FARES

A ceux que j'ai eu la chance de connaître, dans les meilleurs et pires moments de ma vie.

A tous ceux que j'aime, à tous qui m'aiment, je dédie ce modeste travail.

Dédicace

Avant tous, je remercie Dieu le tout puissant de m'avoir donné le courage et la patience pour réaliser ce travail malgré toutes les difficultés rencontrées.

Ce modeste travail est dédié spécialement :

A vous, mes parents, je dis merci d'avoir fait de moi celui que je suis aujourd'hui. Aucune dédicace ne pourra exprimer mes respects, mes considérations et ma grande admiration pour vous. Puisse ce travail vous témoigne mon affection et mon profond amour.

A mes chères sœurs Ouiam, Chourouk et Marram, en signe d'amour, de reconnaissance et de gratitude pour les sacrifices dont vous avez faits toujours preuve à mon égard.

A ma meilleure amie Massilia qui n'a jamais cessée de me soutenir.

A celui qui m'a soutenu tout au long de ce projet, merci du fond du cœur pour ce que vous avez fait pour moi.

A tous mes amis(es) que je ne vais pas nommer car ils sont nombreux et je ne sais pas qui choisir, et avec qui j'ai partagé beaucoup de moments agréables.

Sommaire

Liste des abréviations

Liste des tableaux

Liste des figures

Introduction générale.....1

CHAPITRE I : Présentation d'entreprise

I.1 Présentation de l'entreprise :2

I.2 Structure organisationnelle de la SONATRACH :3

I.3 Branche de Transport par Canalisation (TRC)3

I.4 La direction Régionale de Bejaïa (DRGB).....4

I.5 Description des différents services de la DRGB :8

Chapitre II : Généralité sur les pompes

II.1 Introduction :10

II.2 Généralité sur le réseau anti-incendie :10

II.2.1 Composition du réseau d'eau d'incendie :10

II.2.2 Principale de base de la protection incendie :10

II.2.3 Définition de la norme NEPA :11

II.3 Classification des pompes :11

II.3.1.1 Pompes à vis :12

II.3.1.2 Pompes à engrenage :13

II.3.1.2.1 Pompes à engrenage extérieur :14

II.3.1.3 Pompes à palettes :16

II.3.1.3.1 Pompes à palettes libre :16

II.3.1.3.2 Pompes à palettes flexibles :17

II.3.1.4 Pompes à lobes :17

II.3.1.5 Avantages et inconvénients des pompes volumétriques rotatives :19

II.3.2 Pompes volumétrique alternative :19

II.3.2.1 Pompes volumétriques alternatives à piston :19

| | |
|---|----|
| II.3.2.2 Pompes volumétrique alternatives à membrane : | 20 |
| II.3.2.3 Avantages et inconvénients des pompes volumétriques alternatives : | 21 |
| II.3.3 Pompe Dynamique : | 22 |
| II.3.3.1 Les pompes à hélices (axial) : | 22 |
| II.3.3.1.1 Avantages et inconvénients des pompes hélices : | 23 |
| II.3.3.2 Les pompes à hélices-centrifuge : | 23 |
| II.3.3.2.1 Avantages et inconvénients des pompes à hélice-centrifuge : | 24 |
| II.3.3.3 La pompe centrifuge : | 24 |
| II.3.3.3.1 Classification des pompes centrifuges | 24 |
| II.3.3.3.2 Principaux organes constituants d'une pompe centrifuge : | 26 |
| II.3.3.3.3 Avantages et inconvénients des pompes centrifuges : | 27 |
| II.4 Conclusion : | 27 |

Chapitre III : Description du circuit de transfert d'eau de mer au niveau de l'entreprise SONATRACH.

| | |
|---|----|
| III.1 Introduction : | 26 |
| III.2 Les Réservoirs de stockage d'eau : | 27 |
| III.3 Equipement rotatif : | 28 |
| III.3.1 Le moteur : | 29 |
| III.3.1.1 Constitution de moteur asynchrone triphasé : | 29 |
| III.3.1.2 Couplage sur le réseau : | 29 |
| III.3.1.3 Démarrage du moteur asynchrone triphasé : | 30 |
| III.3.1.4 Caractéristique technique de moteur asynchrone : | 33 |
| III.3.1.5 Bilan de puissance d'une machine asynchrone : | 34 |
| III.3.1.5.1. Avantages et inconvénient d'un moteur asynchrone : | 35 |
| III.3.2 La pompe : | 36 |
| III.3.2.1 Description du la pompe GUINARD : | 36 |
| III.3.2.2 Principe de fonctionnement : | 38 |

| | |
|---|----|
| III.3.2.3 Caractéristique technique de la pompe : | 39 |
| III.3.2.4 Théorie fondamentale de la pompe centrifuge : | 39 |
| III.4 Armoire électrique : | 42 |
| III.4.1 Les composant d'une armoire électrique : | 44 |
| III.5 Problématique | 46 |
| III.6 Cahier des charges : | 46 |
| III.7 Conclusion : | 47 |

Chapitre IV : Dimensionnement et réalisation de la nouvelle armoire électrique.

| | |
|---|----|
| IV.1 Introduction..... | 50 |
| IV.2 Etapes principales pour réaliser de nouvelle armoire électrique | 50 |
| IV.3. Définir les informations de l'installation : | 51 |
| IV.3.1. Puissance installée : | 51 |
| IV.3.2 La puissance d'utilisation : | 53 |
| IV.3.2.1 Puissance utile d'une charge P_{ui} | 54 |
| IV.3.2.2 Puissance utile dans une branche P_{uj} | 55 |
| IV.4 Choix du transformateur : | 56 |
| IV.5 Choix de groupe électrogène : | 56 |
| IV.6 Dimensionnement les sections du conducteur : | 57 |
| IV.6.1 Détermination les courants d'emploi I_b : | 58 |
| IV.6.2 Le courant assigné ou nominal du dispositif de protection (I_r) : | 59 |
| IV.6.3 Courant assigné nominal I_z : | 60 |
| IV.6.4 Le courant admissible en fonction des Influences extérieures I_{z'} : | 61 |
| IV.6.5 Détermination des sections des conducteurs standardisées : | 61 |
| IV.6.6 Détermination Sections des Conducteurs PE et PEN..... | 61 |
| IV.6.7 Section de câble pour un disjoncteur général | 61 |
| IV.7 Calcule de chute de tension (ΔU)..... | 62 |
| IV.7.1 Calculer la chute de tension de câble de transformateur | 63 |

| | |
|--|----|
| IV.7.2 La chute de tension de câble d'alimentation des électropompes : | 63 |
| IV.7.3 La chute de tension d'éclairage :..... | 64 |
| IV.7.4 La chute de tension de prise monophasé : | 64 |
| IV.8 Choix et dimensionnement des protections : | 65 |
| IV.8.1 La protection contre les courts circuits :..... | 66 |
| IV.8.2 La sélectivité des protections : | 70 |
| IV.8.2.1 Sélectivité totale :..... | 70 |
| IV.8.2.2 Sélectivité partielle :..... | 70 |
| IV.8.2.3 Les Courbes de fonctionnement des protections : | 71 |
| IV.8.3 Dispositif de protection des personnes | 72 |
| IV.8.4 Régime de neutre :..... | 73 |
| IV.8.5 Protection des Moteur électrique contre les surcharges : | 75 |
| IV.9 Etude et réalisation de la nouvelle armoire électrique | 76 |
| IV.9.1 Construction d'une armoire électrique | 76 |
| IV.9.2 Liste des organes de commande et de puissance utilisée dans l'armoire principal : .. | 76 |
| IV.9.3 Liste des organes de commande et de puissance utilisée dans l'armoire démarreur progressif 22KW..... | 77 |
| IV.10 Conclusion | 78 |
| La conclusion générale | 79 |
| Bibliographes | |
| Annex | |

Liste des figures

| | |
|---|----|
| Figure I.1 : Structure organisationnelle de l'entreprise SONATHRACH..... | 14 |
| Figure I.2 : Réseaux de pipes principales..... | 14 |
| Figure I.3 : Terminal Nord. | 15 |
| Figure I.4 : Manifold. | 16 |
| Figure I.5 : Tour de contrôle..... | 16 |
| Figure I.6 : Terminal sud. | 17 |
| Figure I.7 : Organigramme de DRGB. | 18 |
| Figure I.8 : Organigramme de DRGB. | 19 |
| Figure II.1 : Classification des pompes | 22 |
| Figure II.2 : Fonctionnement de quelques pompes volumétriques rotatives | 23 |
| Figure II.3 : Pompe à vis. | 23 |
| Figure II.4 : Pompe à engrenage..... | 24 |
| Figure II.5 : pompe à engrenage extérieure..... | 24 |
| Figure II.6 : Pompe à engrenage intérieure | 25 |
| Figure II.7 : Pompe à palettes libres. | 25 |
| Figure II.8 : Pompe à palettes flexibles..... | 26 |
| Figure II.9 : Pompe à lobes..... | 26 |
| Figure II.10 : Pompe à piston. | 29 |
| Figure II.11 : Pompes à membrane..... | 30 |
| Figure II.12 : Pompe à hélice..... | 31 |
| Figure II.13 : Pompe à hélice | 31 |
| Figure II.14 : Pompes à hélices-centrifuge | 32 |
| Figure II.15 : Constitutions d'une pompe centrifuge..... | 35 |
| Figure III.1 : Plan de deux bassin pris sur Google Arth. | 39 |
| Figure III.2 : Circuit de transfert d'eau..... | 40 |
| Figure III.3 : Bassin 8000m ³ | 40 |
| Figure III.4 : Bassin 600m ³ | 41 |
| Figure III.5 : Pompe centrifuge raccorder avec moteur..... | 41 |
| Figure III.6 : Moteur asynchrone triphasé..... | 42 |
| Figure III.7 : Une plaque signalétique de notre moteur..... | 43 |
| Figure III.8 : Circuit de puissance d'un démarrage étoile/triangle d'un moteur triphasé à 1 sens de rotation | 44 |
| Figure III.9 : Circuit de commande d'un démarrage étoile/triangle d'un moteur triphasé à 1 sens de rotation..... | 45 |
| Figure III.10 : Bilan de puissance..... | 47 |
| Figure III.11 : Accouplement motopompe..... | 49 |
| Figure III.12 : Les différent organes d'une pompe centrifuge. | 51 |
| Figure III.13 : Manomètre..... | 52 |
| Figure III.14 : Courbes caractéristiques : Hauteur, rendement et puissance absorbée en Fonction de débit. | 54 |
| Figure III.15 : Courbes caractéristiques de NPSH requis et disp en fonction de débit. | 55 |
| Figure III.16 : Armoire électrique de l'extérieur..... | 56 |
| Figure III.17 : Armoire électrique à l'intérieur. | 57 |
| Figure III.18 : Sectionneur. | 57 |
| Figure IV.1 : Etape principales pour réaliser une armoire électrique. | 62 |

| | |
|---|----|
| Figure IV.2 : Puissances apparentes normalisées des transformateurs MT/BT triphasés et intensités nominales correspondantes..... | 67 |
| Figure IV.3 : Groupe électrogène. | 68 |
| Figure IV.4 : logigramme de choix des sections des conducteur et des dispositifs de protection. | 68 |
| Figure IV.5 : La sélectivité des disjoncteurs. | 81 |
| Figure IV.6 : Courbes de déclenchement des disjoncteurs..... | 82 |
| Figure IV.7 : Effets physiopathologiques du passage du courant à travers le corps humain. . | 83 |
| Figure IV.8 : Contact indirect..... | 84 |
| Figure IV.9 : Schéma TT..... | 85 |
| Figure IV.10 : Disjoncteur différentiel..... | 85 |
| Figure IV.11 : Fusible. | 86 |
| Figure IV.12 : Relais temporisé électronique. | 86 |
| Figure IV.13 : Disjoncteur moteur..... | 87 |

Liste des tableaux

| | |
|---|----|
| Tableau II.1 : Avantages et inconvénients des pompes volumétriques rotatives. | 29 |
| Tableau II.2 : Avantages et inconvénients des pompes volumétriques alternatives. | 32 |
| Tableau II.3 : Avantages et inconvénients des pompes hélices | 34 |
| Tableau II.4 : Avantages et inconvénients des pompe à hélice-centrifuge. | 34 |
| Tableau II.5 : Avantages et inconvénients des pompes centrifuges | 37 |
| Tableau III.1 : Caractéristique technique de MAS. | 48 |
| Tableau III.2 : Avantage et inconvénient d'un moteur asynchrone..... | 50 |
| Tableau III.3 : Les caractéristique technique de la pompe..... | 54 |
| Tableau IV.1 : Bilan de puissance installé de l'installation..... | 65 |
| Tableau IV.2 : Le bilan de puissance effectué..... | 65 |
| Tableau IV.3 : Facteur d'utilisation | 66 |
| Tableau IV.4 : Facteur de simultanéité..... | 66 |
| Tableau IV.5 : Le bilan de puissance utiliser dans installation..... | 67 |
| Tableau IV.6 : La charge totale du TGBT..... | 68 |
| Tableau IV.7 : La charge totale de TGBT..... | 68 |
| Tableau IV.8 : Facteur de conversion | 72 |
| Tableau IV.9 : Calibre des disjoncteurs normalisée..... | 73 |
| Tableau IV.10 : Sections standards des conducteurs..... | 74 |
| Tableau IV.11 : Section du câble pour le disjoncteur général. | 74 |
| Tableau IV.12 : Résultats de calcul des sections des conducteurs..... | 75 |
| Tableau IV.13 : Chute de tension..... | 78 |
| Tableau IV.14 : Les conditions satisfaisre pour la protection contre les courts-circuits. | 79 |
| Tableau IV.15 : Détermination d'impédance de chaque partie d'installation | 81 |
| Tableau IV.16 : Différents court-circuit de la nouvelle armoire de commande. | 82 |
| Tableau IV.17 : composant d'armoire principal. | 89 |
| Tableau IV.18 : Composant d'armoire démarreur progressif..... | 90 |

Les abréviations

A: Ampère.

V: Volt.

W: Watt.

Ω : Ohm.

I_b : courant d'emploi (A).

I_n : courant nominal (A).

I_{cc} : courant de court-circuit.

I_z : courant admissible de la canalisation (A).

ΔU : chute de tension admissible (%).

U_n : tension nominale d'emploi (V).

V_n : tension nominale simple d'emploi (V).

U₀ : tension entre phase à vide au secondaire du transformateur (V).

U_n : Tension nominale (V).

U_{cc} : tension de court-circuit du transfo (en %)

R : résistance du câble (Ω).

X : réactance du câble (Ω).

L : longueur du câble (m).

Z_{cc} : impédance totale par phase en amont du défaut (Ω).

R_a : résistance amont(Ω).

X_a : réactance amont(Ω).

Z_a : impédance amont du transformateur ramené au secondaire(Ω).

R_t : résistance du transformateur(Ω).

X_t : réactance du transformateur(Ω).

S_{cc} : la puissance de court-circuit (VA).

S_n : Puissance apparente (VA).

P_n : Puissance Active (W).

Q_c : puissance de l'équipement de compensation (VAR).

cos φ : Facteur de puissance.

P_{dc} : pouvoir de coupure de disjoncteur.

m : facteur de charge à vide= 1.05

c : facteur de tension = 1.05

ρ : résistivité du conducteur ($m\Omega \cdot mm^2/km$).

η : Rendement de moteur.

BT : basse tension

MT : moyenne tension

HT : haute tension.

PE : conducteur de protection.

TGBT : tableau générale basse tension.

Pu : la puissance active utilisé(W).

Sn : puissance apparente du transformateur (VA).

F : Fréquence (Hz).

N : Vitesse (tr/min).

PW : Pompe.

BT : Basse température.

HP : Haute pression

HT : Haute température.

T : Température ($^{\circ}C$).

P : Pression (Bar).

Introduction générale

Le risque d'incendie est un élément de dégradation extrêmement dangereux qui peut entraîner des dommages graves et parfois irréparables aux biens et installations industriels, ainsi que des interruptions importantes aux activités et aux services qui y sont fournis. De plus, il peut causer des blessures et même la mort chez les individus, ainsi qu'un impact néfaste sur l'environnement. C'est pourquoi l'entreprise SONATRACH accorde la plus grande importance possible à la prévention et à la lutte contre les incendies.

Par conséquent, des efforts ont été consacrés afin d'imiter les risques qu'un incendie survienne. De ce fait, l'entreprise SONATRACH s'est dotée d'un réseau incendie qui au cours des années se dégradé et ne répond plus aux normes et exigences internationales de sécurité. C'est dans une logique de conception d'une nouvelle armoire électrique destinée à commander trois électropompes de transfert d'eau de bassin 8000 m³ vers bassin 600 m².

Le présent travail est divisé en quatre chapitres :

Le premier sera dédié à la présentation de notre entreprise, dans lequel nous allons définir l'entreprise SONATRACH ainsi la structure générale de cette dernière, nous allons s'intéresser à la direction régionale de Bejaïa.

Le deuxième chapitre portera sur généralité sur les pompes dans lequel nous allons l'historique et classifications des pompes, par donner la définition ainsi avantages et inconvénients de chacune.

Le troisième chapitre sera dédié à la description de notre circuit de transfert d'eau, dans lequel nous allons expliquer notre circuit ainsi faire un dimensionnement général de notre équipement basant sur un cahier de charge bien étudié.

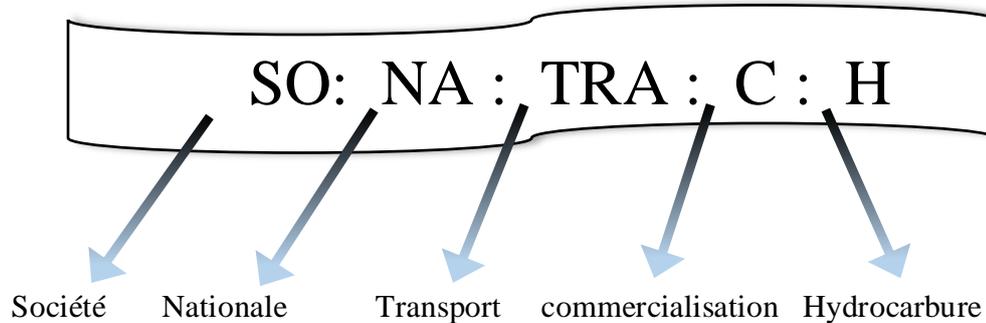
Le dernier chapitre sera consacré sur dimensionnement et réalisation d'une nouvelle armoire de commande qui nous permette de contrôler et commander notre station de pompage

Nous terminerons ce travail par une conclusion générale qui passera en revue tout ce qui a été abordé dans ce mémoire.

CHAPITRE I

**Présentation de
l'entreprise**

I.1 Présentation de l'entreprise :



SONATRACH, société nationale de recherche, d'exploitation, du transport et la commercialisation des hydrocarbures, elle a été créée le 31 décembre 1963.

La volonté de récupération et nationalisation de la production des hydrocarbures a été effectuée le 24 février 1971 par la signature d'une ordonnance définissant le cadre d'activité des sociétés étrangères en Algérie.

Dans le but d'assurer une meilleure efficacité organisationnelle et économique la SONATRACH fut divisée en 18 entreprises nationales, parmi lesquelles on cite : NAFTAL, ENIP, ENAC, NAFTEC...etc. Les activités de base de la SONATRACH ont été fixés en 1992, afin d'atteindre ses objectifs nationaux et consolider ces positions internationales.

Elle est principale intervenant dans le secteur des hydrocarbures en Algérie. Elle est classée 12eme compagnie pétrolière mondiale et 1 ère firme du continent africain. SONATRACH est également le 3eme exportateur mondial de gaz naturel et le second concernant les gaz de pétrole liquéfiés.

I.2 Structure organisationnelle de la SONATRACH :

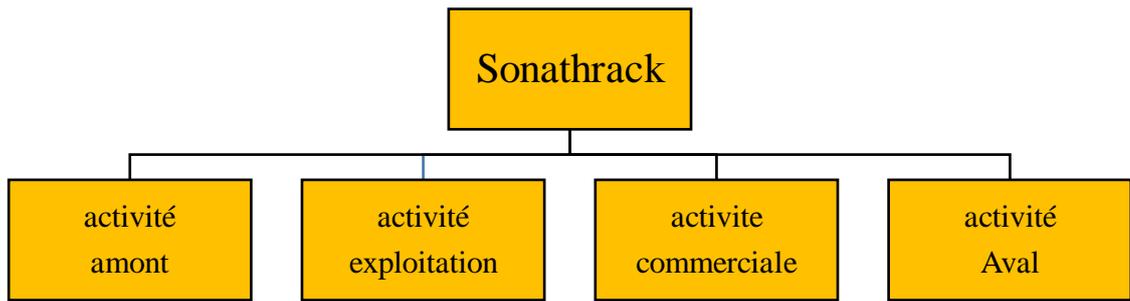


Figure I.1 : Structure organisationnelle de l'entreprise SONATHRACH.

Amont : L'activité Amont regroupe les activités d'exploration, de production, de Recherche et les métiers de services pétroliers.

- ❖ Activité exploitation : La branche TRC se charge de l'acheminement des hydrocarbures à partir des forages, situés au sud du pays vers les terminaux marins pour L'exportation, ou vers les usines de liquéfaction, à travers un réseau de pipes.
- ❖ Commercialisation : L'activité commercialisation supervise la distribution, l'exportation et le transport maritime.
- ❖ Aval : L'activité aval a pour missions essentielles d'exploiter les unités existantes de Liquéfaction de gaz naturel et de séparation de GPL, de mettre en œuvre les plans De développement de l'aval pétrolier et gazier.

I.3 Branche de Transport par Canalisation (TRC)

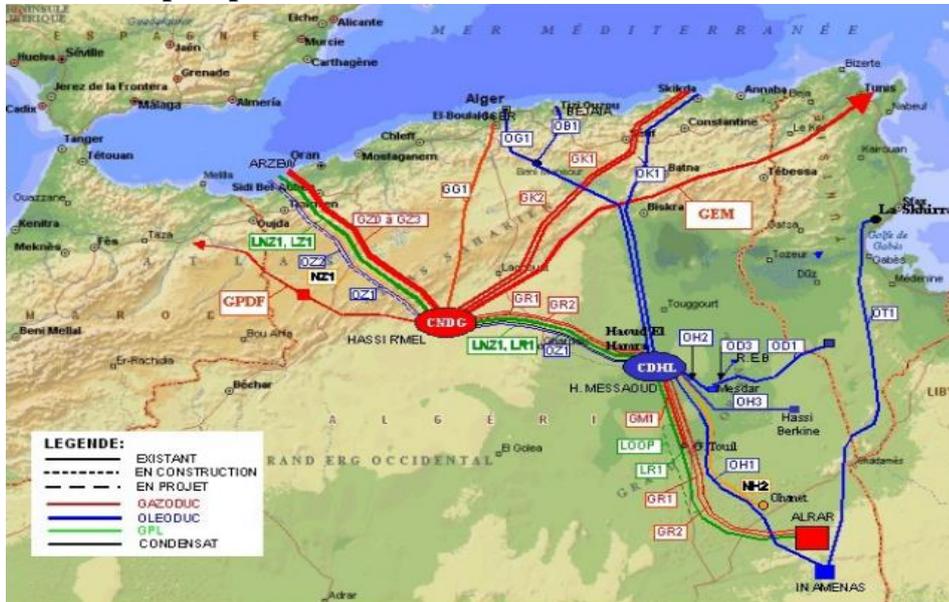


Figure I.2 : Réseaux de pipes principales.

La TRC se compose de :

- ❖ Cinq régions de transport :
 - RTO : Région de transport ouest (Arzew) ;
 - RTE : Région de transport est (Skikda) ;

- RTC : Région de transport centre (Bejaia) ;
- RTI : Région de transport In-Amenas ;
- RTH : Région de transport Haoud-el-Hamra.
- ❖ Une direction maintenance ayant pour mission d'assurer la maintenance des équipements de toutes les régions.

I.4 La direction Régionale de Bejaïa (DRGB)

La direction régionale de Bejaïa est une direction parmi les 7 directions opérationnelles composant l'activité de transport par canalisation avec les régions d'ARZEW, SKIKDA, HAOUD ELHAMRA, GPDF, et GME ces deux derniers sont 2 gazoducs traversant l'Italie et l'Espagne. La vocation de la DRGB est le transport des hydrocarbures par canalisation, stockage et chargement des navires. Le terminal marin de Bejaïa est divisé en deux parties sont :

- ❖ **Terminal Nord** : le terminal Nord comprend les équipements suivants :



Figure I.3 : Terminal Nord.

Le terminal Nord comprend les équipements suivants :

- **Parc de stockage :**

Il est composé de 12 réservoirs à toit flottant d'une capacité de 35000 m³, chacun équipé d'une vanne et de deux agitateurs. Chaque réservoir est équipé d'un jaugeur (transmetteur de niveau et de température) ainsi que de bouteilles d'halon pour l'extinction des incendies

- **Manifold :**

Il s'agit d'un ensemble de vannes de canalisation et d'instruments, comprenant des indicateurs de sens d'écoulement du liquide ; des indicateurs de pression d'aspiration et de refoulement, le manifold permet de :

- Envoyer le liquide provenant de la conduite vers un réservoir spécifique.
- Évacuation d'un réservoir vers plusieurs postes de transfert.
- Transférer le brut d'un bac à un autre.

Le manifold nord est équipé de vannes réparties comme suit :

- 08 vannes de transfert de collecteurs (KA, KB, KC, KD, KE, KF, KM, KN).
- 06 vannes de ligne (LA, LB, LC, LD, LE, LF).
- 06 vannes pour chaque pompe se remplissage.

Chaque bec est pourvu d'une vanne motorisée appelée vanne pied de bac



Figure I.4 : Manifold.

Tour de contrôle :

Il s'agit d'une salle abritant les tables de commande pour les terminaux nord et sud, permettant de contrôler l'ouverture des vannes, la sélection du réservoir, de la pompe et du chemin de circulation du fluide. de plus, cette salle de contrôle présente une hauteur significative permettant une visualisation claire de l'état des vannes et des réservoirs.



Figure I.5 : Tour de contrôle.

- **La gare de racleur :**

Chaque station de pompage est équipée d'une station de réception et d'une station d'émission pour les racleurs :

C'est un dispositif inséré à l'intérieur de l'oléoduc afin de nettoyer les parois internes de pipe.

La station de réception constitue le point d'arrivée final du racleur, comprenant également deux vannes L2 pour approvisionner le TM Nord et L4 pour le TM Sud.

La station de réception est équipée d'un système de sécurité comprenant trois soupapes de décharge S1, S2, S3, réglées respectivement à 14 kg/cm², 27 kg/cm² et 83 kg/cm².

❖ **Terminal Sud** : dans ce terminal, on trouve les éléments suivants :



Figure I.6 : Terminal sud.

- **Parc de stockage :**

Il contient 4 bacs à toits flottants de capacité volumique de 50 000 m³, chaque bac contient une vanne, deux agitateurs, un jaugeur (transmetteur de niveau et de température), en plus de ça des bouteilles d'halon pour étouffer le feu en cas d'incendie.

- **Salle électrique :**

Elle est divisée en trois chambres, haute tension, moyenne et basse tension. On trouve dans la chambre de haute tension, les deux arrivées de sonal gaz sont connectées à deux disjoncteurs principaux redondants, un disjoncteur en amont et en aval de chaque transformateur de tension 30kv/5.5kv. Dans la chambre de moyenne tension, on trouve deux transformateurs 5.5kv/380v redondant, un transformateur 380v/380v pour extraire le neutre du secondaire, un disjoncteur en amont et en aval de chaque transformateur et des petits disjoncteurs pour l'alimentation des moteurs et des pompes. Dans la chambre de basse tension,

on trouve des batteries rechargeables, des redresseurs de tension, des chargeurs de batterie et des armoires contenant les automates Allen Bradley et siemens S7 300, S7 400 et un ordinateur pour la supervision des installations qui sont connectées directement avec l'automate S7 400 par un câble Ethernet. Dans ces chambres on trouve des capteurs de fumée et des bouteilles d'Halon pour la sécurité de la salle électrique.

- **Manifold :**

Il contient un ensemble de canalisation, de pompes, de moteurs, d'électrovannes, de dispositifs d'étalonnage et de skids de comptage, ces pompes aspirent le pétrole ou le condensant, puis le refouler vers les postes de chargement situées au port.

I.5 Description des différents services de la DRGB :

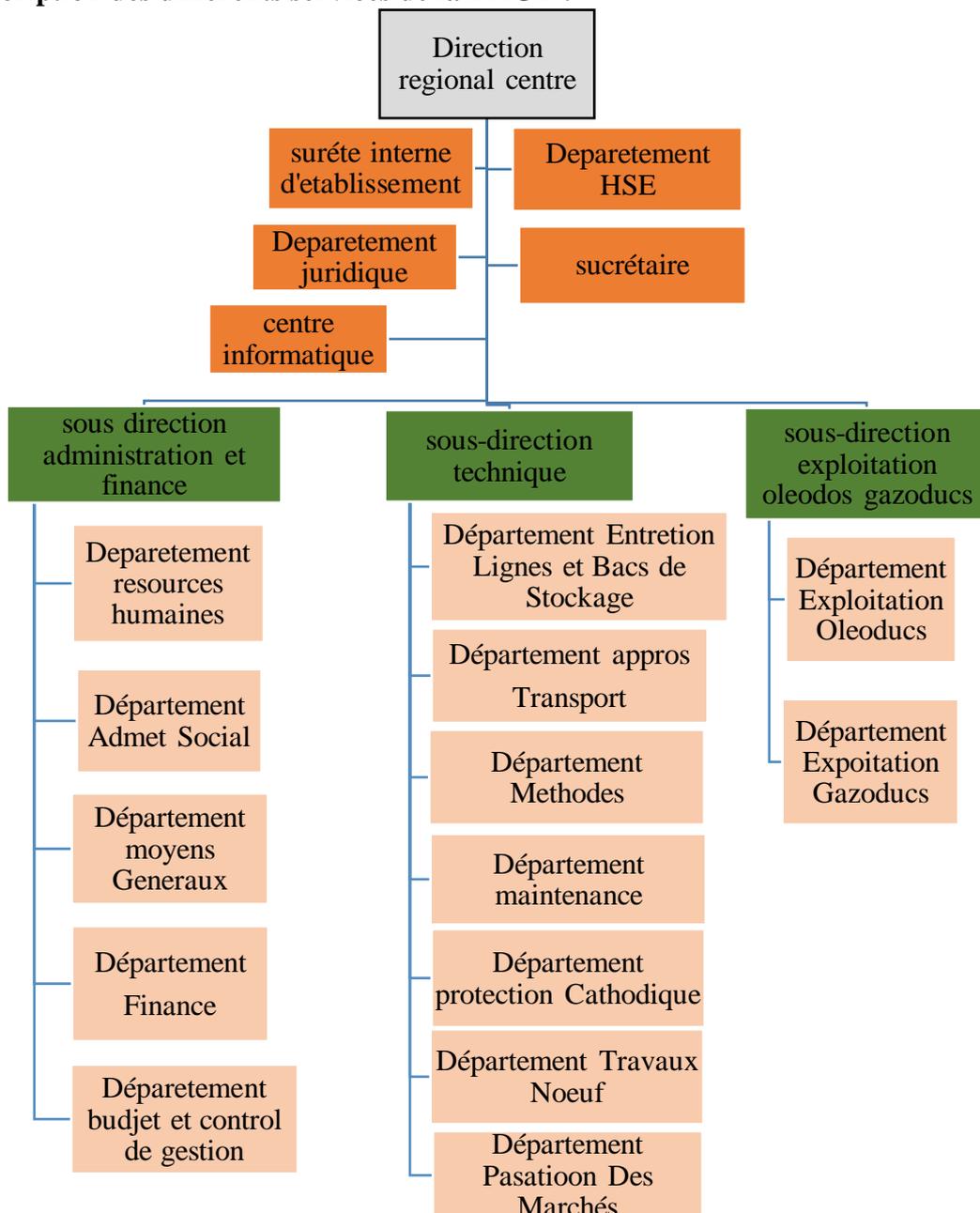


Figure I.7 : Organigramme de DRGB.

La direction régionale de transport de Bejaia (RTC) est l'une des cinq directions régionales de transport des hydrocarbures de la SONATRACH (TRC).

Elle a pour mission :

- Le transport, le stockage et la livraison des hydrocarbures liquides et gazeux.
- La gérance et l'exploitation des différents ouvrages, les stations de pompage et terminaux ainsi que d'un port pétrolier, d'un gazoduc, et de deux oléoducs.



Figure I.8 : Organigramme de DRGB.

Chapitre II

Généralité sur les pompes

II.1 Introduction :

On appelle pompe du nom italien « pompa » toutes machines hydrauliques qui servent à déplacer les liquides d'une région de basse pression vers une région à grande pression. Son fonctionnement consiste à produire une différence de pression entre la région d'aspiration et la région de refoulement au moyen de l'organe actif (piston, roue, ...etc.) de la pompe. Du point de vue physique, la pompe transforme l'énergie mécanique en énergie hydraulique.

Nous montrons également dans ce chapitre le fonctionnement de la pompe, ainsi les types de pompes et les avantages et l'inconvénient de chacune.

II.2 Généralité sur le réseau anti-incendie :**II.2.1 Composition du réseau d'eau d'incendie :**

Une installation de protection fixe comprend généralement :

- Le réservoir d'eau incendie.
- Le groupe de pompage (pompe jockey et quatre électropompe).
- Les dispositifs de détection et de l'alarme.
- Système de traitement des données
- La conception de réseau (réseau maillé sectionnable d'eau incendie et de solution moussante).
- Les équipement (système de déluge, rideaux, hydrants /poteaux incendie, lance monitors).

II.2.2 Principale de bas de la protection incendie :

La protection contre les incendies utilise toutes les méthodes disponibles pour ajuster les solutions possibles en fonction du risque identifié .

- Protection passive (mur coupe-feu, mur anti-explosion)
- Protection active (eau, mousse, autres systèmes)

Le plan d'intervention est déterminé par la combinaison de ces différentes options, ce qui permet d'améliorer les moyens utilisés et le temps de réaction correspondant.

Le dimensionnement des installations de protection incendie sur la base d'un évènement catastrophique, de gravité élevée et de faible probabilité et pratiquement impossible et coûteux.

Un système de protection a généralement pour but de prévenir la transformation d'un évènement mineur en un évènement majeur pour l'installation et son environnement.

En général, le dimensionnement de l'installation incendie est basé sur le principe d'un seul évènement prouvent se produire à la fois sur l'installation et sur le terrain.

La diversité et l'ampleur des incendies potentiels dans les installations de traitement des hydrocarbures font que la détermination du moyen de protection et donc du besoin en eau associé n'est pas une science précise. C'est pourquoi nous avons utilisé les normes suivantes :

- NFPA (National Fire Protection Association).
- BS (British Standard).

Dans notre étude, nous allons nous référencier aux normes américaines NFPA.

II.2.3 Définition de la norme NEPA :

NFPA (Association nationale de protection contre l'incendie), a été fondée est née aux États-Unis en 1896, cette organisation à composition international établit et met à jour la protection incendie et les mesures de prévention [12].

II.3 Classification des pompes :

Les pompes en général se partagent en deux types :

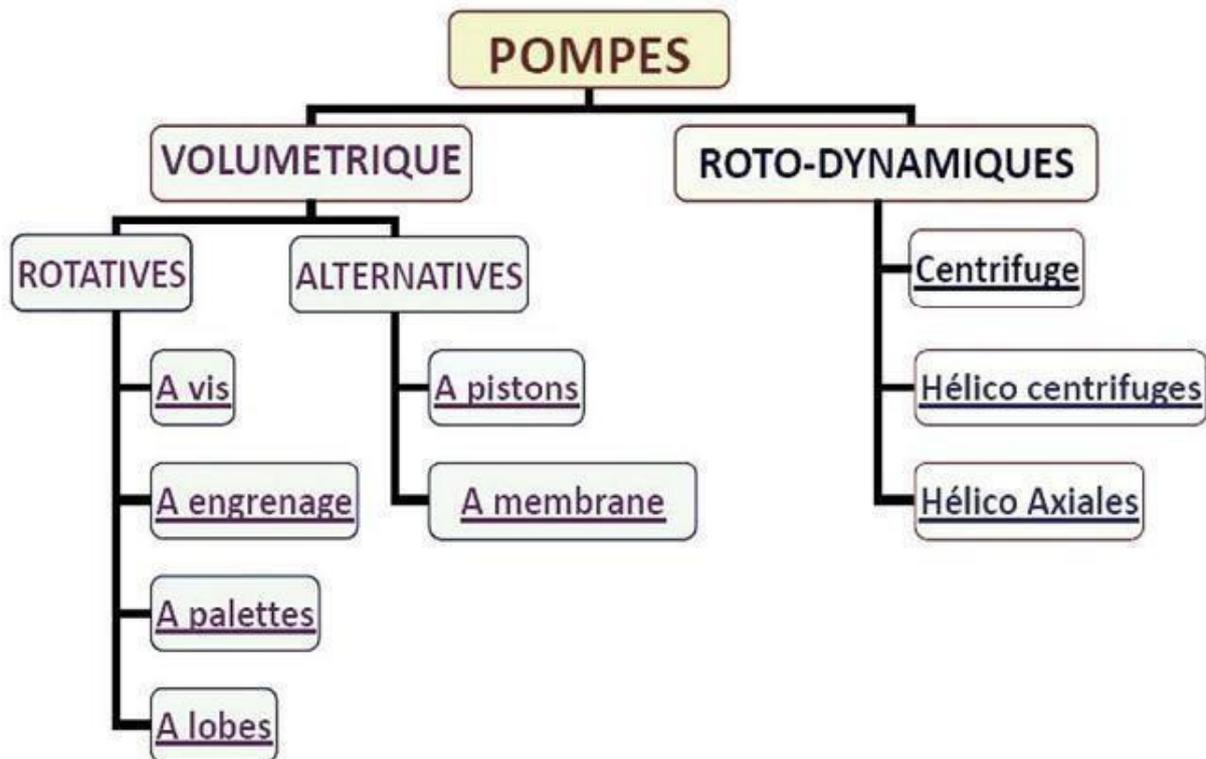


Figure II.1 : Classification des pompes [1].

Ces pompes sont constituées d’une pièce mobile qui effectue un mouvement de rotation autour d’un axe, qui tourne dans le corps de la pompe et crée le mouvement du liquide par déplacement d’un volume depuis l’aspiration jusqu’au refoulement.

Les pompes volumétriques les plus courantes comprennent celles à palettes, engrange, lobes, vis ...etc.

La figure suivante illustre le fonctionnement de certaines pompes volumétrique rotative :

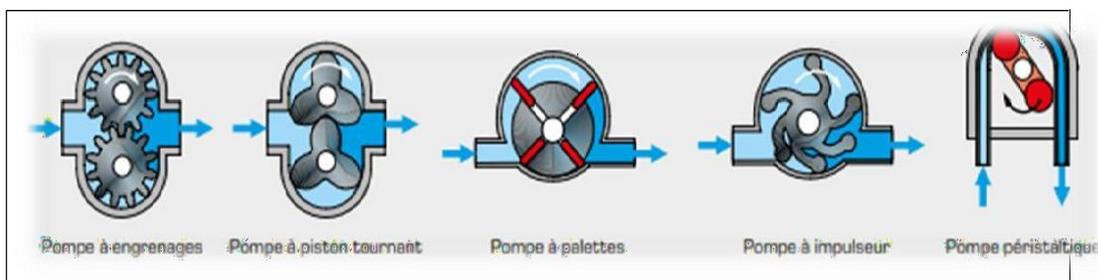


Figure II.2 : Fonctionnement de quelques pompes volumétriques rotatives [3].

II.3.1.1 Pompes à vis :

Une vis centrale motrice entraînant deux vis satellites. Elles fonctionnent silencieusement et avec un écoulement stable, génèrent des pressions élevées [1].



Figure II.3: Pompe à vis.

II.3.1.2 Pompes à engrenage :

Les pompes hydrauliques volumétrique à engrenage se caractérisent par leur simplicité de construction, car elles ne comportent que très peu de pièces mobiles internes, ce type de pompe avantageux en raison de son coût relativement faible. Toutefois, il convient de noter que ces pompes présentent un rendement volumique η_v assez limité et qu'elles sont équipées d'une cylindrée fixe.

Les pompes à engrenage renferment deux roues dentées qui s'engrènent (s'engagent) l'une dans l'autre.

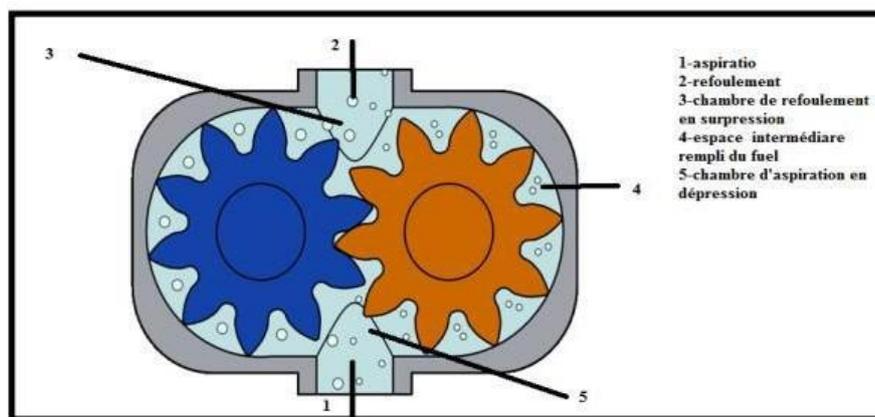


Figure II.4: Pompe à engrenage

Il existe deux types des pompes à engrenages :

- Les pompes à engrenage extérieur.
- Les pompes à engrenage intérieur.

II.3.1.2.1 Pompes à engrenage extérieur :

Ce type de pompe comporte un grand nombre de variantes qui diffèrent entre elles, soient par : La disposition, soit par la forme des engrenages. Dans tous les cas, le principe consiste à Aspirer le liquide dans l'espace compris entre deux dents consécutives et à le faire passer vers

La section de refoulement. Les pompes à engrenages peuvent avoir une denture Droite, Hélicoïdale, ou encore à chevrons. Cette dernière solution présente l'avantage de rendre le

Mouvement plus uniforme [2] (FigureII.5).

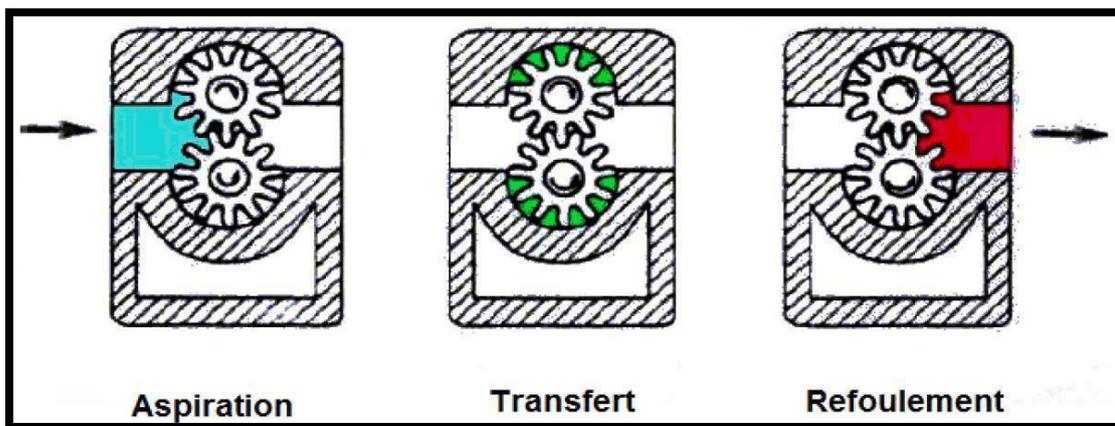


Figure II.5: pompe à engrenage extérieure.

Le principe général consiste à placer un des engrenages à l'intérieur de l'autre. Cette disposition nécessite l'utilisation d'une pièce supplémentaire en forme de croissant qui permet l'étanchéité entre les deux trains d'engrenages. Ce principe permet de n'avoir qu'un seul boîtier d'étanchéité, mais le porte-à-faux peut créer une surcharge sur l'arbre [3]

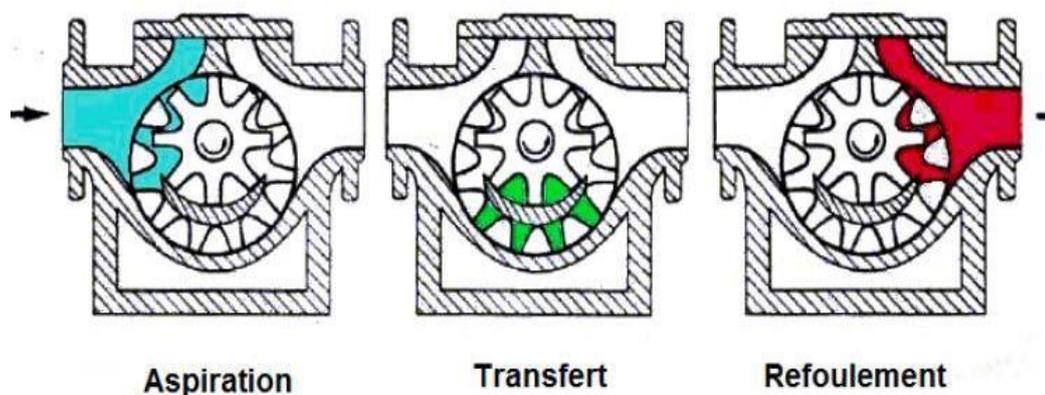


Figure II.6: Pompe à engrenage intérieure [3].

II.3.1.3 Pompes à palettes :

Il existe deux types de pompes à palette :

- Pompe à palette libre.
- Pompe à palette flexible.

II.3.1.3.1 Pompes à palettes libre :

Un corps cylindrique fixe communique avec les orifices d'aspiration et de refoulement. A l'intérieur se trouve un cylindre plein, le rotor, tangent intérieurement au corps de la pompe et dont l'axe est excentré par rapport à celui du corps. Le rotor est muni de 2 à 8 fentes diamétralement opposées deux à deux, dans lesquelles glissent des palettes que des ressorts appuient sur la paroi capacité comprises entre les cylindres et les palettes en créant ainsi une aspiration du liquide d'un côté et un refoulement de l'autre [4].

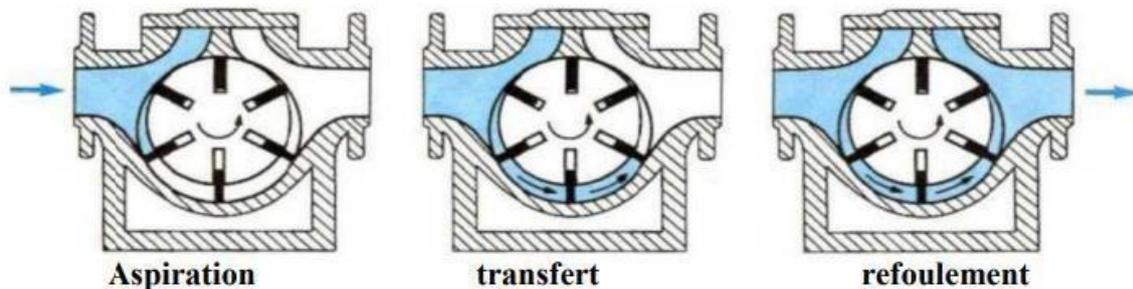


Figure II.7: Pompe à palettes libres.

II.3.1.3.2 Pompes à palettes flexibles :

L'ensemble rotor palettes est en élastomère. Il entraîne le liquide jusqu'au refoulement où les palettes sont fléchies par la plaque de compression et permettent l'expulsion du liquide. Comme toutes les pompes à palettes, ces pompes n'entraînent ni brassage, ni laminage, ni émulsion du produit. Elles peuvent également pomper des particules solides (Les caractéristiques, débit, vitesse, pression sont sensiblement identiques aux précédents [4].



Figure II.8: Pompe à palettes flexibles.

II.3.1.4 Pompes à lobes :

La pompe à lobes rotatifs utilise deux rotors en centre-rotation pour pomper le fluide, les engrenages transfèrent l'énergie et les rotors tournent sans contact. L'aspiration crée une diminution de la pression qui fait affluer le fluide dans le boîtier du rotor. Ces derniers peuvent être utilisées dans une variété d'application (polymères, revêtement de papier, peintures et teintures ...) [5].



Figure II.9: Pompe à lobes.

II.3.1.5 Avantages et inconvénients des pompes volumétriques rotatives :

Tableau II.1: Avantages et inconvénients des pompes volumétriques rotative.

| Type de pompe | Avantages | Inconvénients |
|-----------------------------|---|---|
| Pompe à vis | <ul style="list-style-type: none"> • Fiabilité • Rendement élevé • Polyvalence • Capacité à traiter des fluides visqueux (pomper efficacement des liquides visqueux comme les huiles) | <ul style="list-style-type: none"> • Coût initial élevé • Nécessité d'entretien régulier • Sensibilité aux particules solide • Occuper plus d'espace que d'autres types de pompes |
| Pompe à engrenage extérieur | <ul style="list-style-type: none"> • Silencieuse • Simplicité de conception • Faible coût initial • Performances cohérentes (elles offrent un débit et une pression relativement constants) | <ul style="list-style-type: none"> • Bruit et vibration • Usure des engrenages • Sensibilité aux contaminants (sensible aux particules solides dans le fluide pompé) • Sensibilité aux fuites |

| | | |
|------------------------------------|--|--|
| <p>Pompe à engrenage intérieur</p> | <ul style="list-style-type: none"> • Faible pulsation • Capacité à pomper des fluides visqueux • Efficacité énergétique (rendement élevé) • Polyvalence (elles peuvent être utilisées dans différent application) | <ul style="list-style-type: none"> • Sensibilité aux contaminants • Usure des engrenages • Bruit • Coût initial |
| <p>Pompe à palette libre</p> | <ul style="list-style-type: none"> • Débit régulier • Fonctionnement silencieux • Facilité d'entretien (les coûts de maintenance et les temps d'arrêt sont réduits) • Compacité (facile à installer dans des espaces restreints) | <ul style="list-style-type: none"> • Limitation de pression • Usure des palettes • Sensibilité aux fuites • Perte de performance à basse vitesse |
| <p>Pompe à palette flexible</p> | <ul style="list-style-type: none"> • Pas de brassage • Adaptabilité • Silencieuse • Polyvalence | <ul style="list-style-type: none"> • Sensibilité à la déformation (les palettes flexibles peuvent se déformer ou se plier sous certaines conditions de fonctionnement) • Limitation de pression • Coût initial partiellement plus élevé • Nécessite d'entretien régulier |
| <p>Pompe à lobes</p> | <ul style="list-style-type: none"> • Pas de contact métal sur métal • Facilité d'entretien et durée de vie prolongée grâce à la conception améliorée • Faible pulsation | <ul style="list-style-type: none"> • Nécessite d'entretien régulier • Bruit en raison du contact entre les lobes et le boîtier • Sensibilité aux particules solides • Coût initial élevé |

II.3.2 Pompes volumétrique alternative :

Une pompe volumétrique alternative est un type de pompe qui utilise un mécanisme alternatif pour créer un mouvement de fluide. Ces dernières utilisent des pistons, des diaphragmes ou d'autres mécanismes pour déplacer le fluide de manière régulière et contrôlée, ces pompes sont souvent utilisées lorsque la précision du débit et la capacité à travailler avec des fluides sensibles sont importantes.

II.3.2.1 Pompes volumétriques alternatives à piston :

L'élément mobile est animé par un mouvement alternatif. En effet, leur principe est d'utiliser les variations de volume occasionnées par le déplacement d'un piston dans un cylindre. Ces déplacements alternativement dans un sens ou dans l'autre produisent des phases d'aspiration et de refoulement.

Quand le piston se déplace dans un sens le liquide est comprimé : il y a fermeture du clapet d'admission et ouverture du clapet de refoulement. Le fonctionnement est inverse lors de l'aspiration du liquide dans la pompe [6].

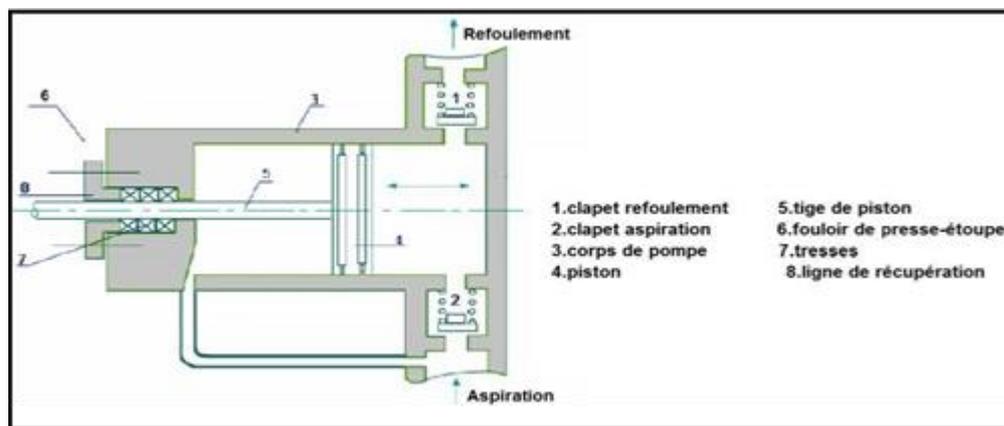


Figure II.10: Pompe à piston.

II.1.1.1 Pompes volumétrique alternatives à membrane :

Une pompe membrane peut être installée entre le piston et le fluide à pomper. Le piston agit sur un fluide tampon qui transmet le mouvement à la membrane. Cette dernière sera alors également en mouvement alternatif qu'elle transmettra à son tour au fluide procédé, suivant même rythme que celui du piston lui-même. Avec cette configuration cette pompe peut être utilisée pour des fluides corrosifs ou chargés de solides[7].

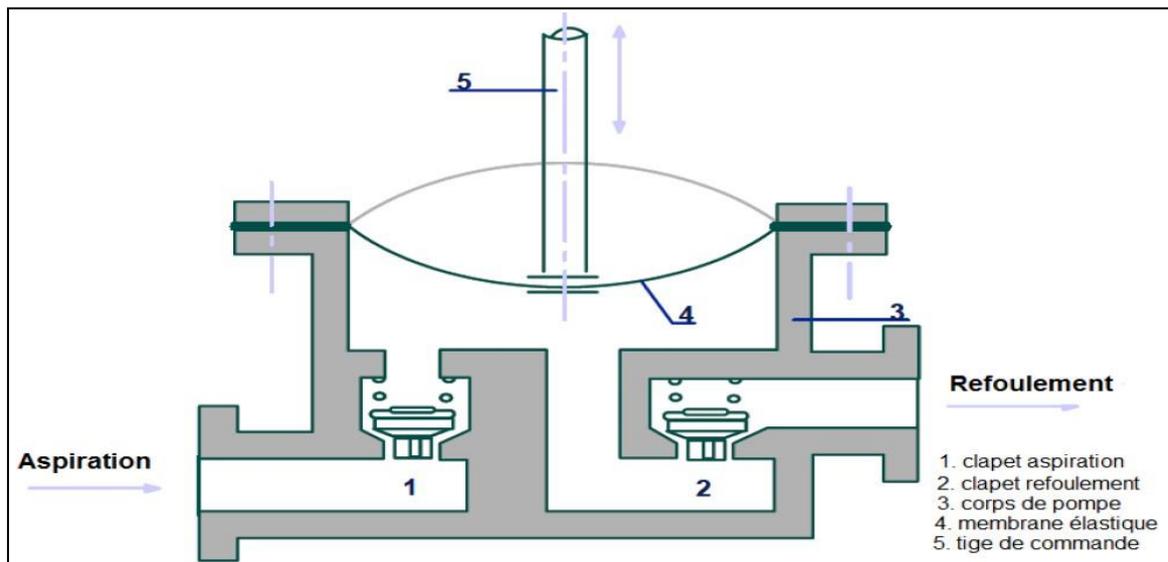


Figure II.10: Pompes à membrane.

II.3.2.2 Avantages et inconvénients des pompes volumétriques alternatives :

Tableau II.2: Avantages et inconvénients des pompes volumétriques alternatives.

| Type de pompe | Avantages | Inconvénients |
|---|--|---|
| Pompe volumétrique alternative à piston | <ul style="list-style-type: none"> • Fonctionnement à sec sans dommage. • Bon rendement (>90%) • Débit réglable. • Pression au refoulement très importante. | <ul style="list-style-type: none"> • Débit limité • Viscosité assez faible • Pulsations importantes au refoulement • Pompage de particules solides impossible |
| Pompe volumétrique alternative à membrane | <ul style="list-style-type: none"> • Sécurité (elles pouvant être utilisées pour manipuler en toute sécurité du liquide dangereux) • Propriété absolue du liquide pompé • Bon rendement • Faible pulsation | <ul style="list-style-type: none"> • Maintenance complexe • Viscosité assez faible • Coût élevé • Risque de rupture de membrane |

II.3.3 Pompe Dynamique :

Les pompes dynamiques, également appelées pompes cinétiques, sont un type de pompe qui transfère l'énergie cinétique d'un fluide en mouvement à travers des aubes ou des rotors pour augmenter la pression ou la vitesse du fluide.

Les principaux types de pompes dynamiques :

II.3.3.1 Les pompes à hélices (axial) :

Une pompe à hélice fonctionne en propulsant le fluide à travers une série d'aubes ou d'hélices montées sur un arbre rotatif. Lorsque l'arbre tourne, les aubes créent une force axiale qui pousse le fluide dans la direction de l'axe de rotation. Ce type de pompe est souvent utilisé dans les applications nécessitant un débit élevé à faible hauteur de refoulement.

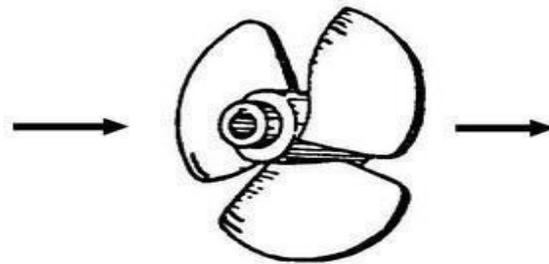


Figure II.11: Pompe à hélice.

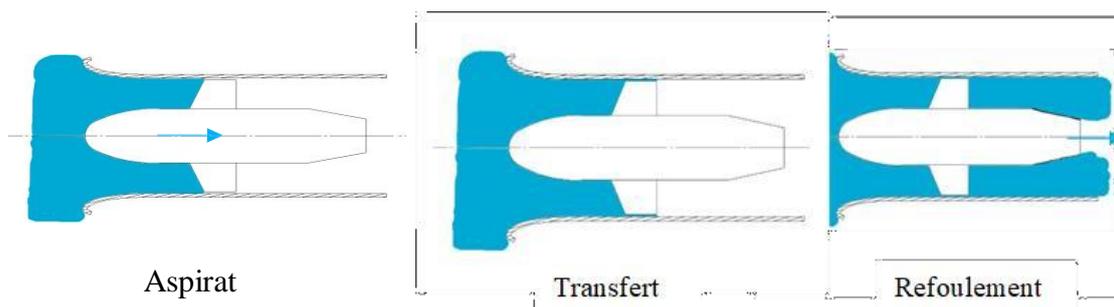


Figure II.12: Pompe à hélice [10].

II.3.3.1.1 Avantages et inconvénients des pompes hélices :

Tableau II.3: Avantages et inconvénients des pompes hélices [11].

| Les avantages | Les inconvénients |
|---|--|
| <ul style="list-style-type: none"> -Construction robuste. -longue durée de vie. -Refoulement en douceur -Rejet défibres | <ul style="list-style-type: none"> -Faible capacité à pomper des liquides visqueux. -Sensibles aux variations de débit. -Besoin d'un alignement précis. |
| <ul style="list-style-type: none"> -Economie d'énergie. -Comportement lors du refoulement. -Sollicitation intensive avec les fluides corrosifs | <ul style="list-style-type: none"> -Taille et encombrement. |

II.3.3.2 Les pompes à hélices-centrifuge :

Combinent les caractéristiques des pompes à hélice et des pompes centrifuges. Elles utilisent à la fois la force centrifuge et la force axiale pour déplacer le fluide.

Le fluide est d'abord aspiré axialement puis dirigé vers une section où il est accéléré radialement par des aubes centrifuge. Ensuite, le fluide est dirigé vers une section où il est poussé axialement par des aubes hélicoïdales, similaire à une pompe à hélice classique. Ce type de pompe est utilisé dans les applications nécessitant un débit élevé et une certaine pression.

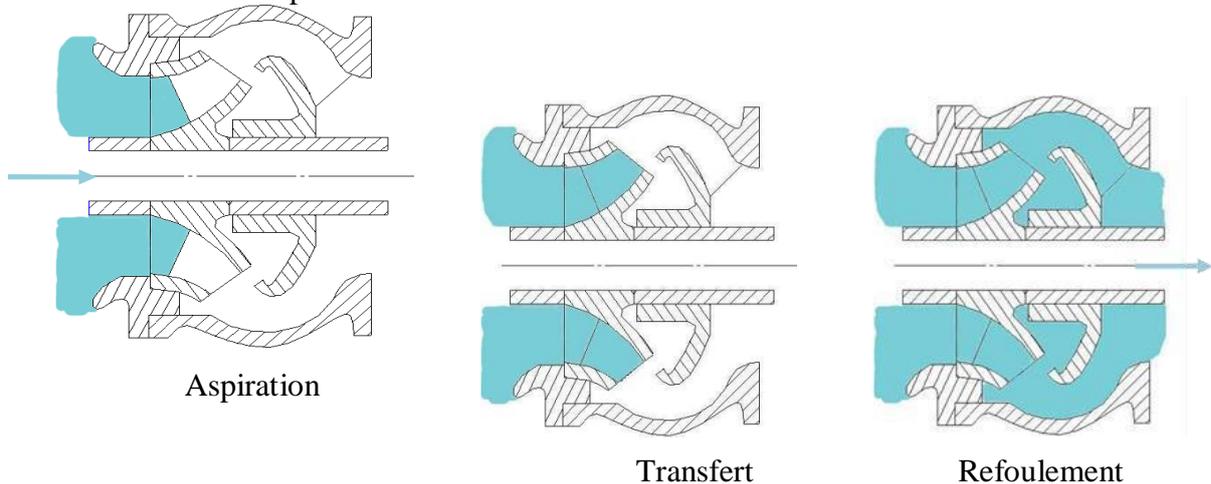


Figure II.13: Pompes à hélices-centrifuge [10].

II.3.3.2.1 Avantages et inconvénients des pompes à hélice-centrifuge :

Tableau II.4: Avantages et inconvénients des pompe à hélice-centrifuge.

| Les avantages | Les inconvénients |
|--|--|
| <ul style="list-style-type: none"> -Débit élevé. -Pression accrue. -Moins sensible aux variations de débit. | <ul style="list-style-type: none"> -Complexité de conception. -Sensibilité à l'usure. -Coût initial plus élevé. -Sensibilité à la surcharge. |

II.3.3.3 La pompe centrifuge :

Une pompe centrifuge est un système ouvert, en quelque sorte un trou ou encore un conduit, dans lequel est mis en place un champ de forces centrifuges. Elle n'est pas basée sur le transport du fluide dans un godet ou sur la variation dans le temps d'un volume d'emprisonnement, le fluide n'est plus poussé par une paroi matérielle, mais mis en mouvement et équilibré par un champ de forces.

II.3.3.3.1 Classification des pompes centrifuges

Les pompes peuvent se classer selon les critères suivants :

a) Disposition de l'axe :

- Les pompes à axe horizontale.
- Les pompes à axe vertical (pompes immergées).

b) nombres des roues :

Le nombre des roues correspondant au nombre d'étages.

- Monocellulaire ou mon-étagée.
- Multicellulaire ou multi-étages.

c)la forme de la roue :

- Simple aspiration.
- Double aspiration.

d) La pression engendrée :

- Faible pression.
- Forte pression.

e) Moyen d'accouplement :

- Par chaîne.
- Par engrenage.
- Par bride.
- Par courroie.

f) Moyen d'entraînement :

- Par moteur électrique.
- Par moteur diesel ou essence.
- Par turbine à vapeur ou à gaz.

g) Type du récupérateur :

- Volute.
- Diffuseur.

h) Usage :

- Pompe à usage normale.
- Pompe à boue.
- Pompe à acide.
- Pompe à mazout et essence.

II.3.3.3.2 Principaux organes constituant d'une pompe centrifuge :

Une pompe centrifuge est constituée des éléments suivants :

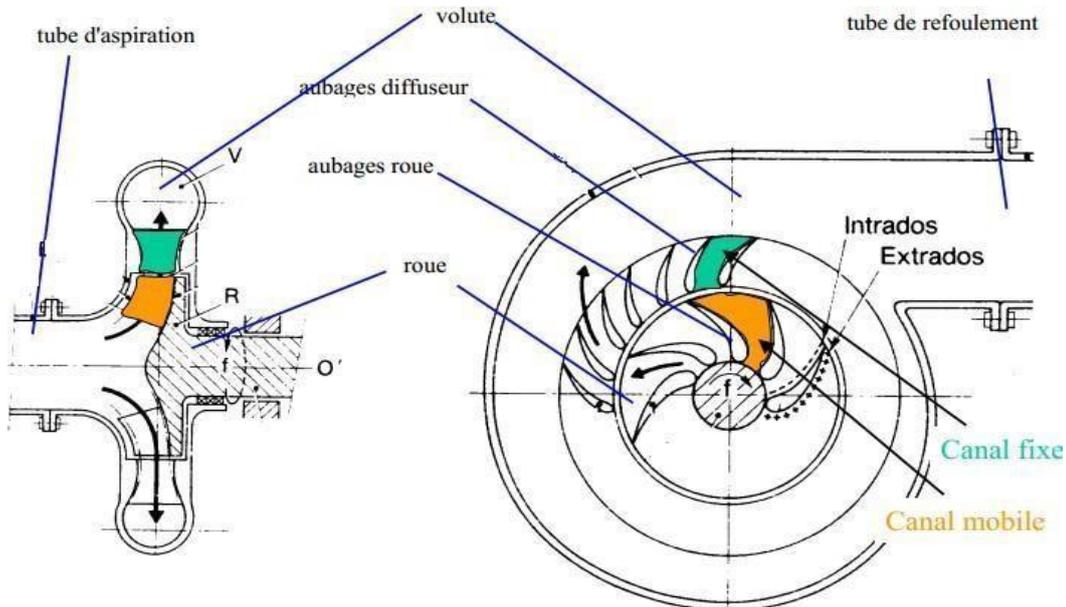


Figure II.14: Constitutions d'une pompe centrifuge [9].

- **Le distributeur** : Le rôle de distributeur est de permettre une orientation correcte des files fluides à leur entrée dans la roue. Il n'existe que dans le cas de compresseur à étage et comporte des aubages qui peuvent être orientable. Ces aubages sont appelés venelle lorsqu'il appartient à un ventilateur [9].
- **Impulseur (La roue)** : C'est l'organe essentiel de la pompe constitué par moyeu porté par arbre et muni d'aubes tournant à l'intérieur de deux coquilles formant le corps de pompe [10].
- **Le diffuseur** : Avec et sans aubage, cet organe permet de transformer l'énergie cinétique acquise dans la roue en énergie de pression, les aubages ont pour orienter correctement le fluide à la sortie de la roue pour son entrée dans la volute ou dans le distributeur de l'étage suivant [9].
- **Divergent** : En ralentissant le fluide, le diverge transforme l'énergie cinétique restante du fluide en énergie de pression. Ceci pour a conséquence de minimiser les pertes dans les conduites avalées [9].
- **Collecteur (volute)** : Cet organe fixe a pour rôle de conduire le liquide depuis la section d'entrée de la machine jusqu'à l'entrée du rotor, en lui assurant une vitesse de grandeur et de direction convenable [10].

II.3.3.3 Avantages et inconvénients des pompes centrifuges :**Tableau II.5:** Avantages et inconvénients des pompes centrifuges

| Les Avantages | Les inconvénients |
|---|---|
| <ul style="list-style-type: none">-A un faible cout de d'entretien.-Convient aux liquides légèrement corrosifs.-Débit uniforme.-Fonctionnement fluide.-Petites vibration. | <ul style="list-style-type: none">- Diminution de rendement à faible débit ou à grande hauteur.- Apparition du phénomène de cavitation en cas d'insuffisance de pression à l'aspiration.- Diminution de la hauteur de refoulement en Cas de fuite dans la conduite. |

II.4 Conclusion :

Dans ce chapitre, nous avons décrit le principe de fonctionnement des pompes et des moteurs et leurs avantages et inconvénients et les différents types de chacun d'eux. Nous en concluons que n'importe quel type de pompe, la pompe hydraulique remplit essentiellement le même rôle, c'est celui de faire aspirer et de refouler un liquide.

Chapitre III

**Description du circuit de
transfert d'eau de mer au
niveau de l'entreprise
SONATRACH.**

Chapitre III : Description de circuit de transfert d'eau de mer au niveau de SONATRACH

III.1 Introduction :

Le circuit de transfert d'eau de mer est un système essentiel pour la protection contre les incendies au sein de l'entreprise. Il permet de fournir rapidement et efficacement de l'eau de mer aux différents points d'utilisation en cas d'incendie. Ce système permet de garantir une source d'eau alternative aux réseaux d'eau potable traditionnels, ce qui est particulièrement avantageux dans les situations d'urgence où ces réseaux pourraient être indisponibles ou insuffisants.

Dans ce chapitre, nous allons s'intéresser sur le circuit de Transfer d'eau de bassin 8000m^3 vers le bassin 600m^3 de réseau système anti-incendie, identifier les divers composants de notre circuit.

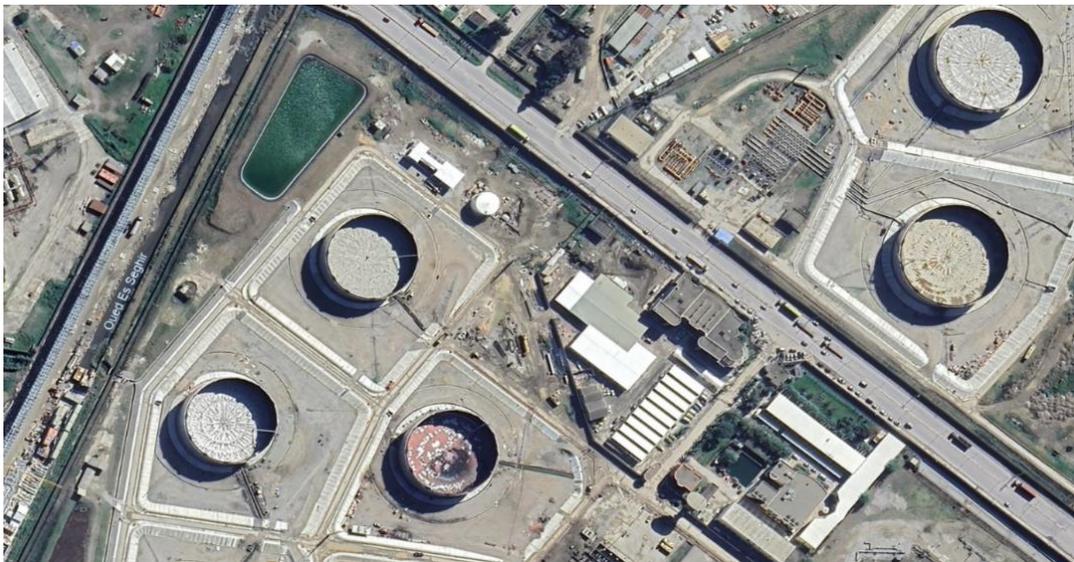
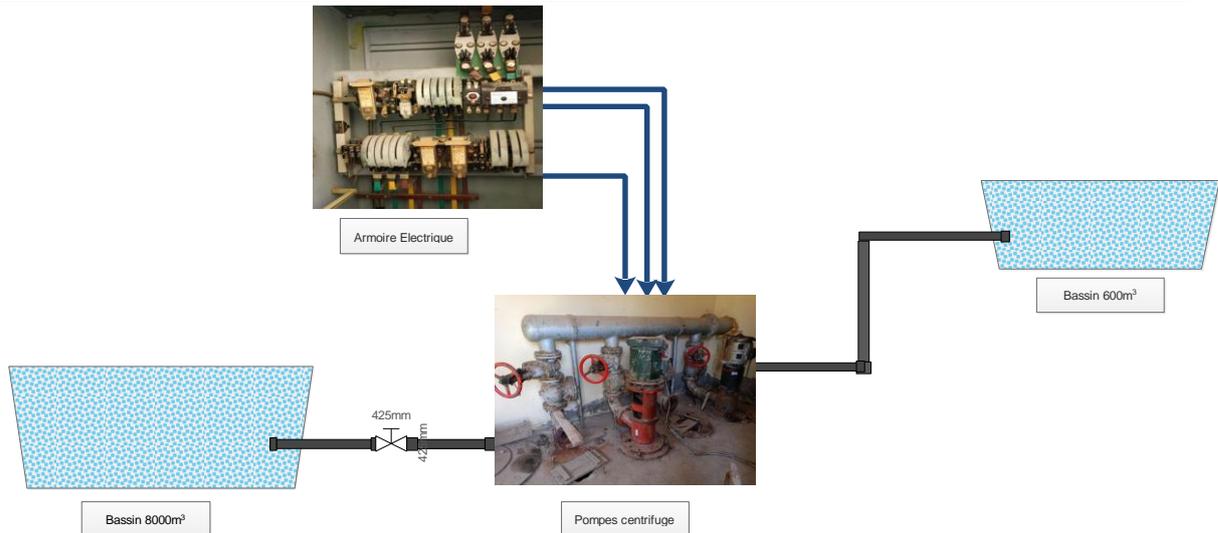


Figure 0.1:plan de deux basin pris sur Google Arth.



FigureIII.2 : Circuit de transfert d'eau.

III.2 Les Réservoirs de stockage d'eau :

- **Basin 8000 M³** : Est une structure artificielle conçue spécifiquement pour stocker et contenir de l'eau de mer. Cette eau n'est pas utilisée directement en cas d'incendie, mais est transportée vers le bassin 600m³.



FigureIII.3:Bassin 8000m³.

- **Basin 600m³** : C'est un deuxième réservoir qui reçoit l'eau transportée du réservoir 8000 m³ à l'aide de la pompe. Cette eau est transportée directement au lieu d'utilisation pour la lutte contre les incendies.



FigureIII.4:Bassin 600m³.

III.3 Equipement rotatif :

Le groupes électropompes se composent de deux parties :

- **Le Moteur** : permet une rotation afin de tourner la pompe.
- **La pompe** : C'est le segment qui est entraîné par le moteur pour aspirer l'eau et effectuer le refoulement.

Les deux éléments sont liés par un accouplement rigide à manchon élastique qui diminue les frottements lors du choc de démarrage.



FigureIII.5: Pompe centrifuge raccorder avec moteur.

III.3.1 Le moteur :

La plupart des moteurs utilisés dans l'ensemble des applications industriels est les moteurs asynchrones triphasés. Ce dernier a permis la transformation de l'énergie électrique en énergie mécanique.

III.3.1.1 Constitution de moteur asynchrone triphasé :

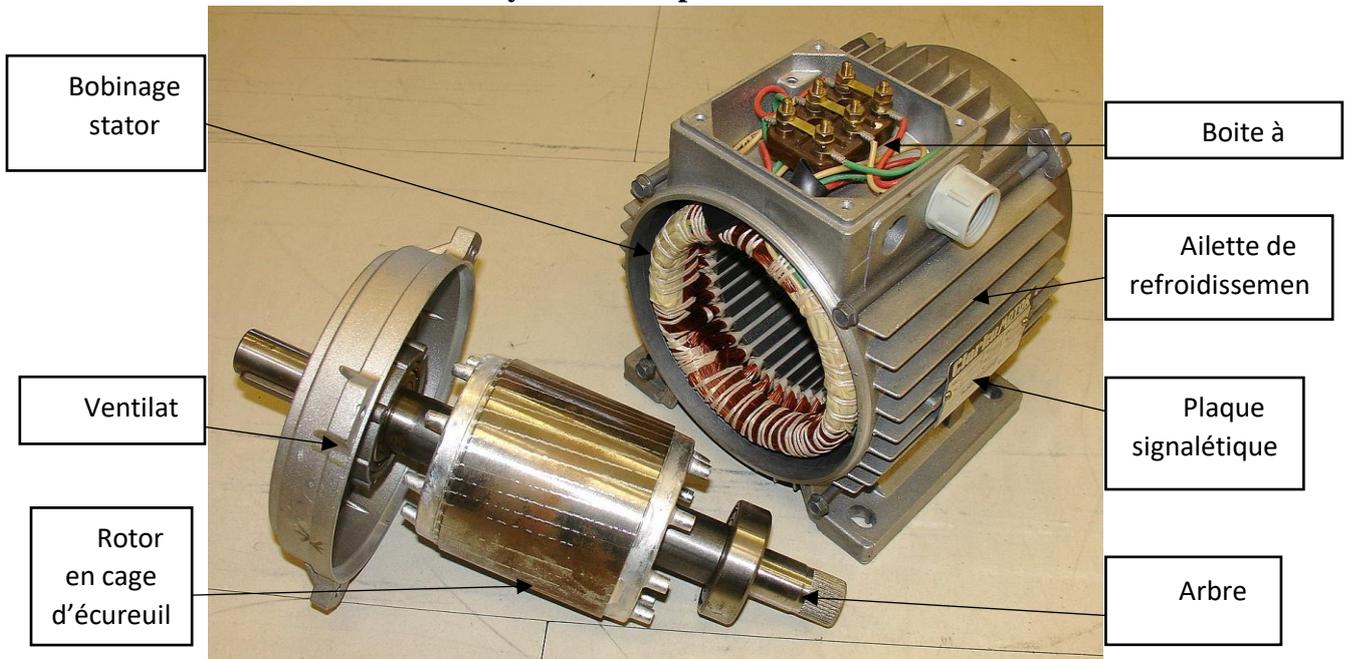


Figure III.6: Moteur asynchrone triphasé [14].

- **Le stator** : partie fixe de la machine
- **Le rotor** : la partie de la machine qui est en rotation à l'intérieur du stator qui est liée à un arbre de transmission
- **L'entrefer** : l'espace situé entre le rotor et stator

III.3.1.2 Couplage sur le réseau :

Il y'a deux possibilité de branchement de moteur au réseaux électrique triphasé, le couplage en étoile et le couplage en triangle.

Lors d'un raccordement en étoile, la tension aux bornes de chaque enroulement (bobine) est d'environ 220V.

Dans le couplage en triangle chacune des enroulement (bobines) est alimentée d'aux réseau (380V). On utilise le montage étoile si un moteur de 230V doit être relié sur un réseau 400V ou pour démarrer un moteur à puissance réduite dans le cas d'une charge avec une forte inertie mécanique.

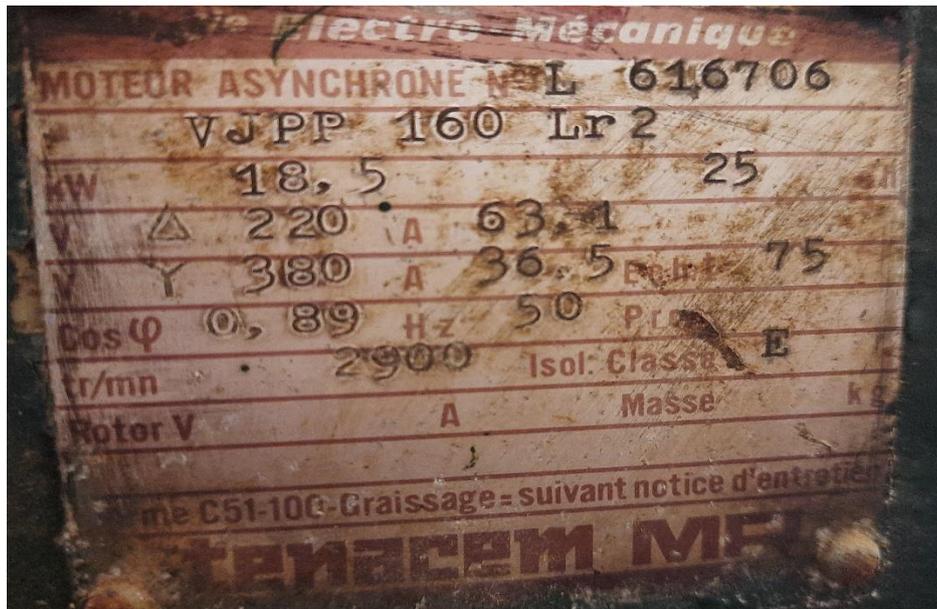


Figure III.7: Une plaque signalétique de notre moteur.

III.3.1.3 Démarrage du moteur asynchrone triphasé :

Le démarrage étoile triangle est réalisé en deux temps : une première phase permet de démarrer le moteur avec un couplage étoile. Cette phase dure quelques secondes. Lorsque le moteur a démarré, le dispositif de commande déclenche la seconde phase : le couplage en triangle.

✚ Démarrage étoile-triangle :

a) Schéma puissance :

Le démarrage est exécuté en trois phases : d'abord, le contacteur "étoile" est fermé. Le moteur démarre dès la fermeture du contacteur de ligne KM2. Quelques secondes, KM1 s'ouvre, et KM3 se ferme provoquant ainsi le couplage triangle du moteur et donc l'augmentation de la vitesse de rotation du moteur.

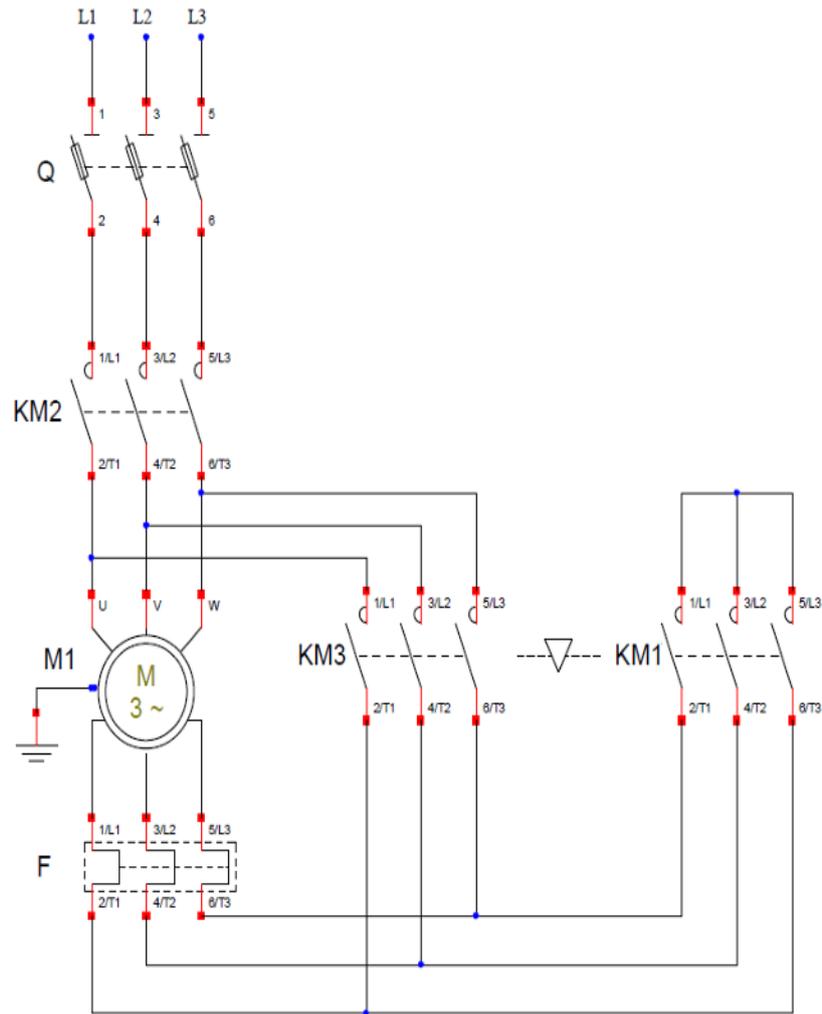


Figure III.8: Circuit de puissance d'un démarrage étoile/triangle d'un moteur triphasé à 1 sens de rotation [1].

- L1, L2, L3 : arrivée du réseau triphasé.
- Q : sectionneur porte-fusibles équipé.
- KM1 : Contacteur tripolaires étoile.
- KM2 : Contacteur tripolaires ligne.
- KM3 : Contacteur tripolaires triangle.
- F : Relais de protection thermique.

b) Partie commande :

- Première version :

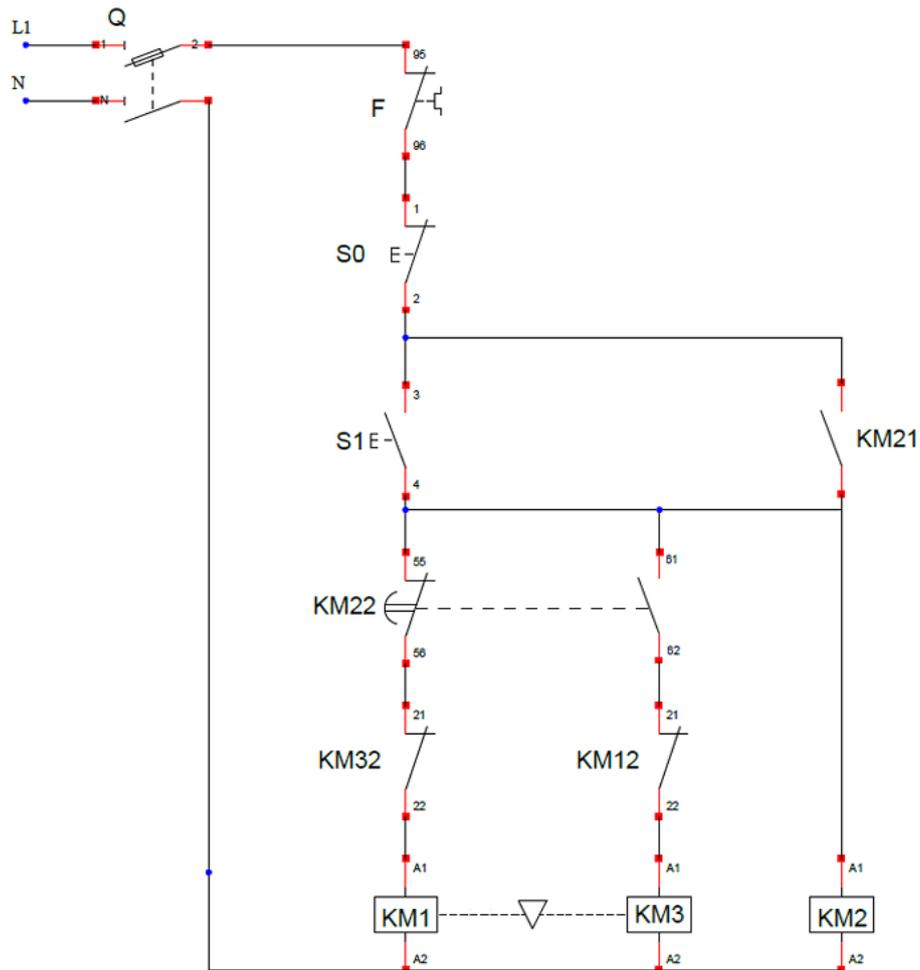
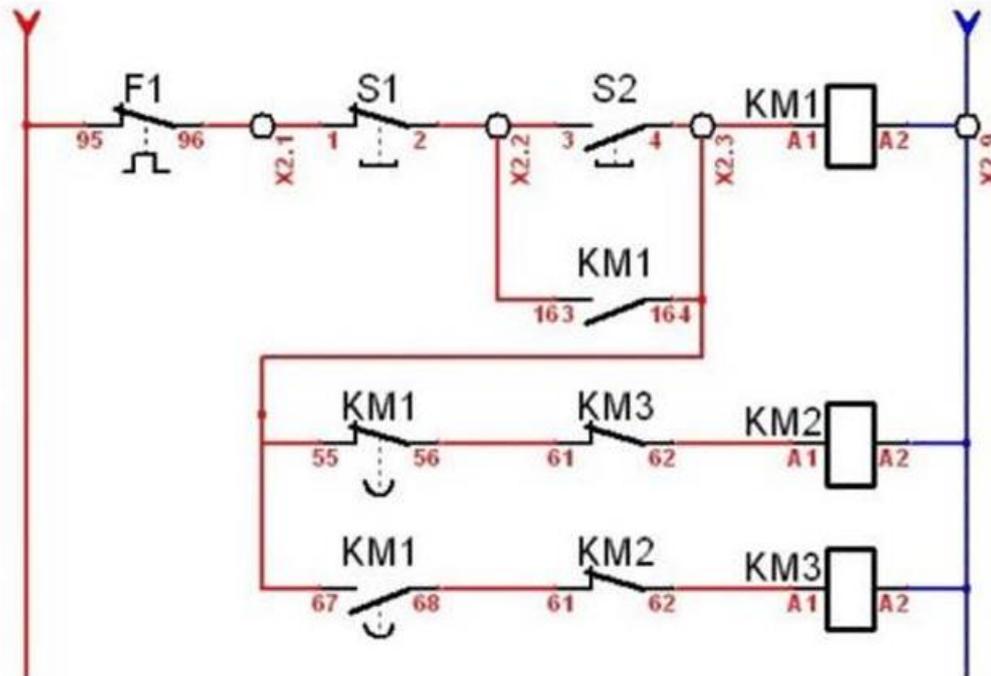


Figure III.9 : Circuit de commande d'un démarrage étoile/triangle d'un moteur triphasé à 1 sens de rotation [1].

- **Q** : sectionnaire à fusible.
- **F** : Contact NC Relais thermique.
- **S0** : Bouton poussoir arrêt.
- **S1** : Bouton poussoir marche.
- **KM21** : Contact de maintien NO, KM2.
- **KM12** : Contact de verrouillage électrique. : contact fermé NC, KM1.
- **KM32** : Contact de verrouillage électrique. : contact fermé NC, KM3.
- **KM22** : Contacts temporisés à l'ouverture.

- **Deuxième version :**



III.3.1.4 Caractéristique technique de moteur asynchrone :

Tableau III.1 : Caractéristique technique de MAS.

| | |
|-----------------------------------|------------------------|
| Type | VJPP-1600-Lr2 |
| Démarrage | Etoile-triangle |
| Axe | Verticale |
| Puissance | 18,5KW |
| Tension d'alimentation | 220V/380V |
| Nombre de phase | 3 |
| Intensité | 63,1A |
| Vitesse en charge | 2900 tr/min |
| Vitesse à vide | 3000 tr/min |
| Fréquence | 50 Hz |
| Rendement | 0,86 |
| Cos φ | 0,89 |
| Isolation | Classe E |
| Lubrification a la graisse | Graissage |

III.3.1.5 Bilan de puissance d'une machine asynchrone :

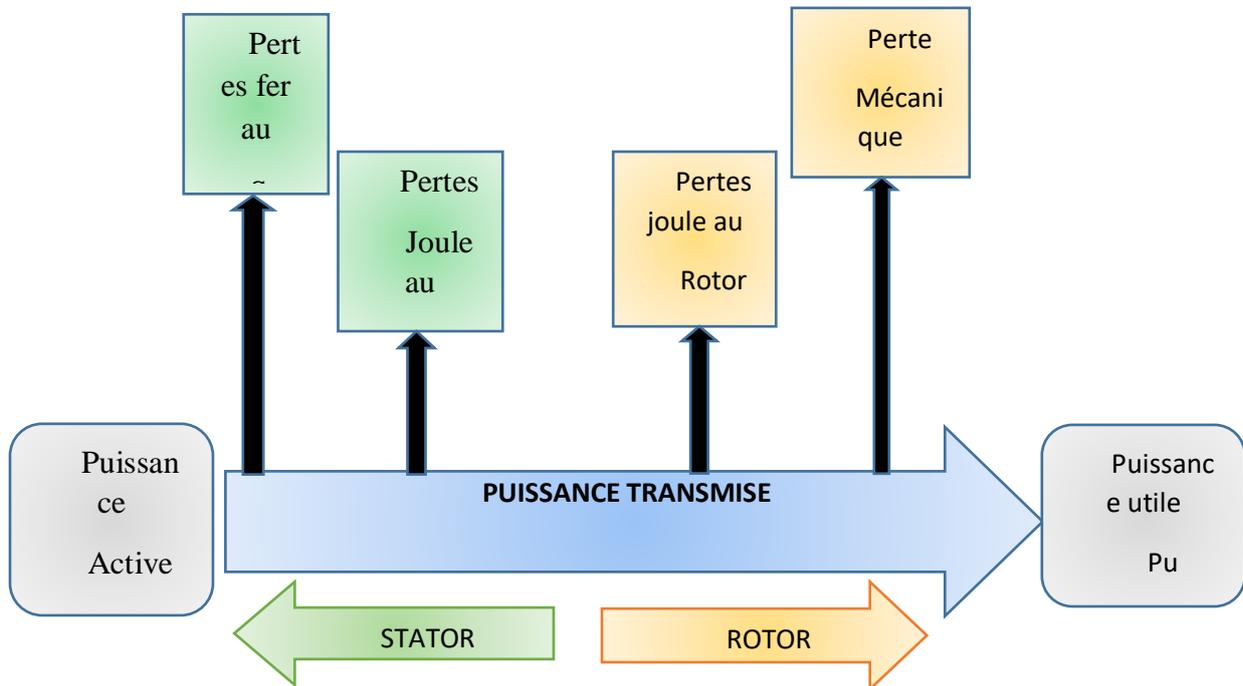


Figure III.10: Bilan de puissance.

Calculer des grandeurs électriques de la machine :

$$P_a = \sqrt{3} UI \cos \varphi \quad (III.1)$$

P_a : Puissance fournie par le réseau.

U : Tension de réseau

I : Courant de réseau.

φ : le déphasage entre la tension et le courant de réseau.

$$P_{tr} = P_a - \text{pertes statorique} = C_{em} \cdot W_s \quad (III.2)$$

P_{tr} : Puissance transmise de du stator au rotor.

C_m : Couple électromagnétique.

W_s : Vitesse synchrone de champ magnétique en radian par second.

$$P_{Jr} = P_{tr} - C_m W = C_m (W_s - W) = g W_s C_m = g P_{tr} \quad (III.3)$$

P_{Jr} : Pertes joule au rotor.

$$Pu = CuW \quad (III.4)$$

Pu : Puissance mécanique en sortie en watt.

Cu : Couple utile moteur en mètre newtons.

N : Vitesse de rotor en tour/min.

W : Vitesse de rotor en radiant par second.

Glissement :

$$g = \frac{Ns - N}{Ns} \quad (III.5)$$

Ns = vitesse de rotation de champ tournant.

N = vitesse de rotation de rotor.

Remarque :

Les pertes fer sont essentiellement localisées au stator ; elles sont négligeables dans le rotor.

$$Pu = CuW = Pa - \text{pertes}$$

$$\begin{aligned} \eta &= \frac{Pu}{Pa} = \frac{Pa - \text{pertes}}{Pa} \\ &= \frac{CuW}{CuW + \text{pertes}} = \frac{CuW}{Pa} \end{aligned} \quad (III.6)$$

η : le rendement de la machine.

$$\text{Pertes} = P \text{ fer stator} + P_J \text{ stator} + P \text{ mécaniques} \quad (III.7)$$

III.3.1.5.1. Avantages et inconvénient d'un moteur asynchrone :

Tableau III.2: Avantage et inconvénient d'un moteur asynchrone.

| Avantage | Inconvénient |
|---|--|
| <ul style="list-style-type: none"> • Facilité de contrôles (facilité de modification de la tension ou la fréquence d'alimentation) • Rendement élevé. • Faible coute. • Fiabilité (longe durée de vie). | <ul style="list-style-type: none"> • Déphasage (le fonctionnement asynchrone peut causer un déphasage entre la tension et le courant, entraînant une perte d'énergie). • Démarrage (peut nécessiter des dispositifs spéciaux pour réduire le courant de démarrage). • Contrôle de vitesse. • Vitesse fixe. |

- ✓ **L'accouplement** : Le processus de reproduction est assuré par engrenage. Une clavette est connectée à l'arbre de moteur et son extrémité fixé à une roue dentée qui tourne avec étanchéité. Cette clavette appelée demi -accouplement(mâle), est reliée à la femelle de l'arbre de la pompe par des vis d'ajustement. Lorsque le moteur démarre l'arbre tourne avec le premier demi-accouplement qui fait simultanément tourner le deuxième demi-accouplement. Ainsi, l'arbre de la pompe met en rotation.



FigureIII.11: Accouplement motopompe.

III.3.2 La pompe :

III.3.2.1 Description du la pompe GUINARD :

Une pompe centrifuge verticale doit être choisie selon les caractéristiques réelles de l'installation dans laquelle on doit l'installer.

La pompe centrifuge vertical de types V .65-7. Iroue de constricteur GUINARD est un type de pompe utilisée pour le transfert de liquide. Elle conçue avec un axe vertical, ce qui lui permet d'être installé dans des espace restreints, lorsque l'incendie se déclare, la pompe est activée pour aspirer l'eau du bassin 8000m³ et la transférer vers le bassin de 600m³ à travers le réseau de tuyaux. Cela permet d'avoir une réserve d'eau suffisante dans le bassin 600m³.

Chapitre III : Description de circuit de transfert d'eau de mer au niveau de SONATRACH

Pour lutter contre l'incendie de manière efficace. La pompe centrifuge verticale est conçue pour fournir un débit élevé et une pression suffisante afin de transférer l'eau rapidement et efficacement entre les deux bassins.

Les pompes GUINARD comprennent les éléments suivants :

- **Un conduit d'aspiration** du fluide vers la roue de la pompe.
- **Une roue** : Il s'agit de l'élément essentiel de la pompe. Le fluide reçoit toute l'énergie sous deux formes différentes :
 - ✓ D'une part, une augmentation de la pression statique,
 - ✓ D'autre part, une augmentation de l'énergie cinétique, qui est elle-même convertie en pression dans les organes situés en aval de la roue.
- **Une volute** : Il a pour fonction de collecter le liquide qui sort à grande vitesse de la roue, de le diriger, puis de le ralentir, ce qui permet de convertir en pression une grande partie de son énergie cinétique.
- **Des dispositifs d'étanchéité internes** : Ces produits ont pour objectif de restreindre le retour vers l'aspiration et de diminuer les débits de fuite interne.
- **Un arbre** : Son rôle est de transporter la roue, de garantir sa position dynamique et de transmettre la puissance.
- **Un système d'étanchéité vers l'extérieur** : A pour objectif de prévenir une fuite externe ou, du moins, de réduire son impact. Une garniture mécanique peut également garantir une étanchéité externe.
- **Bagues d'usure de l'impulseur** : Ces bagues sont fournies seulement si demandées, elles sont fixées à chaud sur l'impulseur et sont bloquées par des grains.
- **Carter des paliers** : Il faut maintenant une pièce qui tient l'arbre et qui empêche la roue de s'enfoncer dans sa rotation.
- **Chemises de l'arbre** : En utilisant une garniture, la chemise est fixée sur l'arbre et maintenue en position grâce à l'impulseur. Elle est ensuite placée dans un logement de chemise qui l'empêche de tourner sur l'arbre.

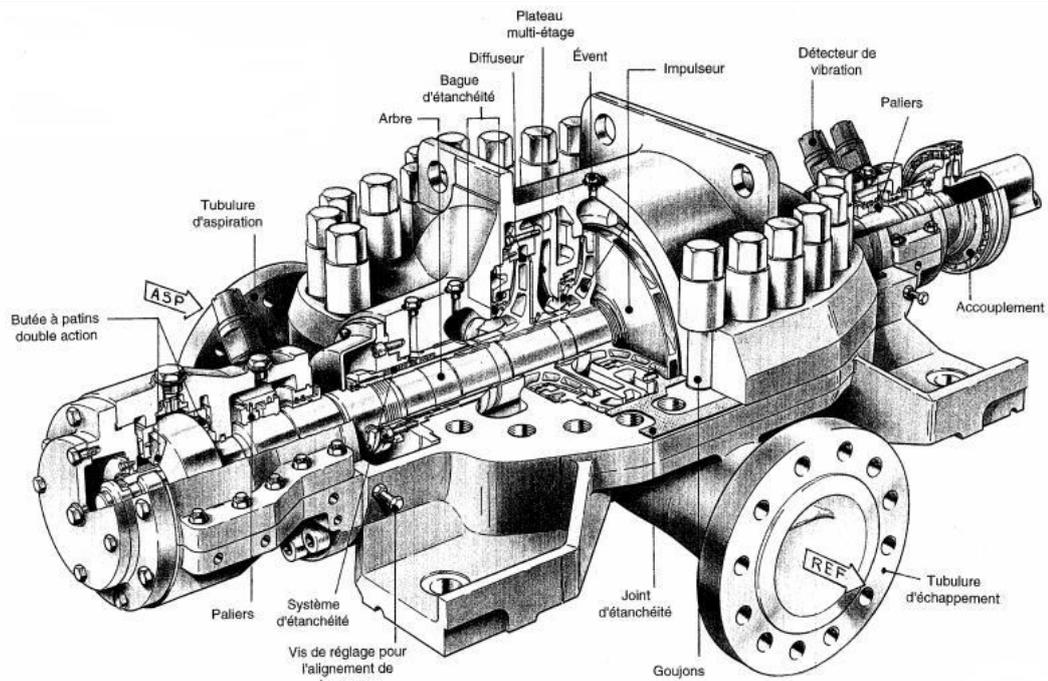


Figure III.12 : Les différents organes d'une pompe centrifuge.

III.3.2.2 Principe de fonctionnement :

Sous l'effet de la rotation de la roue, le liquide emmagasiné entre les aubes du rotor est projeté de la région axiale à la périphérie à cause de la force d'inertie centrifuge, de ce fait une dépression est créée à l'entrée de la pompe, provoquant l'aspiration du liquide, par suite, un écoulement continu de la veine liquide laquelle est recueillie par la volute ou par le diffuseur et dirigée dans la conduite de refoulement, Dans la volute, l'énergie cinétique est transformée en énergie potentielle et on dispose, ainsi à l'orifice de refoulement un débit sous une certaine pression qui se traduit par une hauteur manométrique de refoulement.

Le refoulement de la pompe devra être équipée d'un manomètre de pression.



FigureIII.13: Manomètre.

III.3.2.3 Caractéristique technique de la pompe :

TableauIII.3 : Les caractéristique technique de la pompe.

| | |
|--------------------------------|---|
| Constructeur | GUINARD |
| Type | Centrifuge verticale V.65-7. Iroue |
| Paliers | A roulement |
| ROULEMENT (coté libre) | A billes |
| Type d'accouplement | Citroën |
| Vitesse de rotation | 2900tr/m |
| Liquide pompé | L'eau de mer méditerranée |
| Hauteur | 40m |
| Pression d'aspiration | 00 bar |
| Pression de refoulement | 4 bars |
| Débit | 100 m³/h |

III.3.2.4 Théorie fondamentale de la pompe centrifuge :

Afin de caractériser une pompe, la hauteur manométrique H et le rendement η sont tracés en fonction du débit.

➤ **Débit volumique Q_v :**

Le débit volumique est une mesure de la quantité de fluide qui traverse une section donnée « S » par unité de temps « t ». Cette quantité de liquide est aussi caractérisée par la vitesse de passage à travers cette section.

$$Q_v = V.S \quad (III.8)$$

Q_v : débit volumétrique [m³ /s].

Chapitre III : Description de circuit de transfert d'eau de mer au niveau de SONATRACH

V : volume de l'écoulement [m² /s].

S : la section de l'aire [m²].

➤ Hauteur manométrique **HMT** :

La hauteur manométrique est une mesure de la pression exercée par un fluide dans un système est exprimée en unités de longueur, généralement en mètres ou en centimètres d'eau.

La Hauteur manométrique de la pompe est :

$$HMT = HTA - HTR \quad (III.9)$$

HTA : Est la charge totale du liquide à l'aspiration.

HTR : La charge totale du fluide à l'orifice du refoulement.

La hauteur varie avec le débit et est représentée par la courbe caractéristique

$$H = f(Qv) \quad (III.10)$$

Cette différence de pression entre la pression amont et la pression en aval en fonction du débit constitue la caractéristique de la pompe. La hauteur manométrique est généralement exprimée en hauteur de colonne d'eau (mètre de colonne d'eau : mCE). Pour déterminer la hauteur manométrique il faudra bien faire attention de considérer les pressions totale PA (avant la pompe) et PR (après la pompe).

HMT est calculé à partir de la formule suivante :

$$HMT = (PR - PA) / \rho g \quad (III.11)$$

Avec :

Pa : pression d'aspiration [Pa].

Pr : pression de refoulement [Pa].

ρ : la masse volumique de fluide [Kg/m³].

g : la gravité [m/s²].

➤ Puissance **P** :

✓ **Puissance utile** : C'est le travail réalisé par la pompe :

$$Pu = \rho \cdot g \cdot Qv \text{ [W]} \quad (III.12)$$

Avec :

Chapitre III : Description de circuit de transfert d'eau de mer au niveau de SONATRACH

ρ : la masse volumique de fluide [Kg/m³].

g : la gravité [m/s²].

Q_v : débit volumique [m³/s].

HMT : hauteur manométrique d'une pompe [m].

✓ **Puissance absorbée** : Fournie sur l'axe de la pompe

$$P_a = C \cdot \omega = C \cdot n \cdot 2\pi / 60 \text{ [W]} \quad (\text{III.13})$$

Avec :

C : couple moteur [N.m].

ω : vitesse de rotation [rad/s].

n : vitesse de rotation [tr/min].

➤ **Le rendement global η** :

Le rendement η d'une pompe est le rapport de la puissance totale utile P_u communiquée au liquide pompé à la puissance P_a absorbée par la pompe.

$$\eta_g = P_u / P_a \quad (\text{III.14})$$

P_a : puissance absorbée [W].

P_u : puissance utile [W].

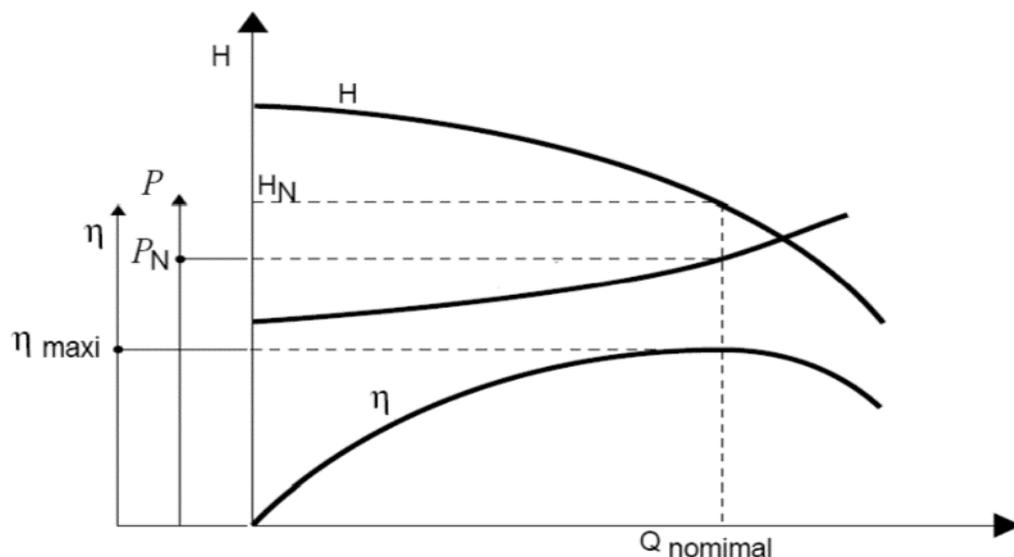


Figure III.14 : Courbes caractéristiques : Hauteur, rendement et puissance absorbée en Fonction de débit.

➤ **Caractéristique : NPSH – Débit** :

Chapitre III : Description de circuit de transfert d'eau de mer au niveau de SONATRACH

Pour éviter le phénomène de cavitation et de maintenir une pression supérieure à la pression de vapeur saturante en tout point du liquide, une condition d'aspiration est établie en fonction du $NPSH_{requis}$ de la pompe (Net Positive Suction Head) : une pression minimale supplémentaire à ajouter à la pression de vapeur saturante afin d'assurer un bon fonctionnement. S'agit d'une courbe fournie par le constructeur.

L'installation devra mettre à la disposition de la pompe au niveau de la bride d'aspiration, une charge au moins égale à celle requise ; il s'agit du $NPSH_{disponible}$, elle représente la différence entre la pression totale à l'entrée de la pompe et la pression de vapeur saturante.

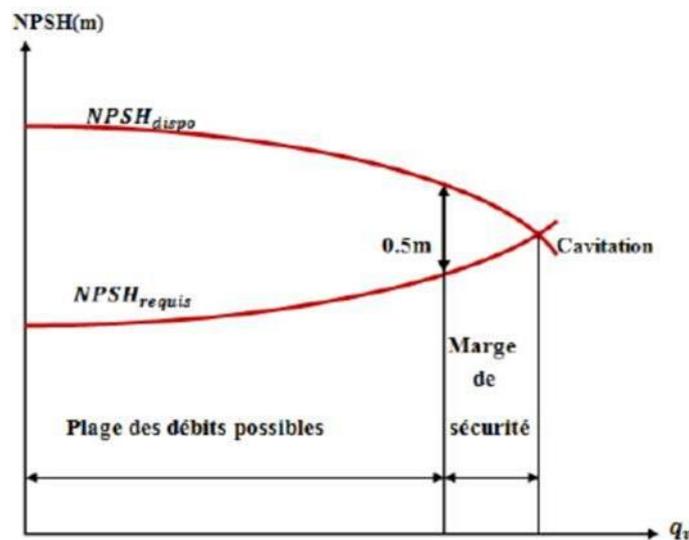


Figure III.15: Courbes caractéristiques de NPSH requis et disp en fonction de débit.

❖ Condition de bon fonctionnement :

Suites à toutes les incertitudes mentionnées précédemment, le défi qui se pose est de déterminer la marge de sécurité requise entre le $NPSH_{disp}$ et le $NPSH_{requis}$ par la pompe afin d'assurer un fonctionnement sans vibration et sans détérioration. La responsabilité de cette sécurité incombe au constructeur, elle est manifestée par la condition suivante :

$$NPSH_{disp} - NPSH_{requis} \geq 0.5 \text{ (m)} \quad (\text{III.15})$$

III.4 Armoire électrique :

Une armoire électrique, également appelé coffret électrique ou tableau électrique, est une enceinte métallique ou en matériau isolant qui abrite et protège les composants électriques d'une installation.

Voici les principales caractéristiques et fonctions d'une armoire électrique :

Chapitre III : Description de circuit de transfert d'eau de mer au niveau de SONATRACH

- ✚ Protection des composants électriques :
 - Protégées équipements électriques (disjoncteurs, contacteurs, relais) des chocs, de la poussière, de l'humidité et d'autres conditions environnementales défavorables.
- ✚ Distribution de l'énergie électrique :
 - Permet de distribuer et contrôler l'alimentation électrique vers différents circuits ou équipements.
 - Contient généralement un disjoncteur principal, des disjoncteurs divisionnaires.
- ✚ Concentration des dispositifs de commande :
 - Regroupe les éléments de commande et de contrôle (boutons) d'un système ou d'un processus.
- ✚ Organisation et accessibilité :
 - Offre une organisation structurée des composants électriques pour faciliter l'installation, le câblage et la maintenance.



Figure III.16: Armoire électrique de l'extérieur.

III.4.1 Les composant d'une armoire électrique :



FigureIII.17: Armoire électrique à l'intérieur.

➤ **Les Sectionneurs :**

C'est un appareil électromécanique utilisé pour couper manuellement l'alimentation électrique d'un circuit ou d'un ensemble d'appareils. Il permet d'isoler physiquement une partie du réseau électrique, assurant ainsi la sécurité des personnes intervenant sur le circuit ou empêchant la propagation d'un défaut sur le reste de l'installation.



FigureIII.18: Sectionneur.

➤ **Fusible :**

Un fusible d'armoire électrique, également appelé fusible de protection, est un dispositif de sécurité utilisé pour protéger les circuits électriques contre les surintensités, c'est-à-dire les courants excessifs qui peuvent endommager les appareils et les conducteurs. On a deux types de fusible : 2 Fusible de puissance ,1 Fusible de commande.

➤ **3 contacteurs :**

Ce sont des appareils capables d'établir, de supporter, et d'interrompre le passage de courant électrique à partir d'une commande électrique ou pneumatique. Ils peuvent être commandés à distance, manuellement ou automatique.

➤ **Relais thermique :**

Ce sont des appareils qui assurant, par association avec un contacteur, la protection du moteur, de la ligne et de l'appareillage contre les surcharges faibles et prolongée. Ils doivent être protégés contre les fortes surdensités par un disjoncteur ou par des fusibles.

➤ **Les jeux de barres :**

Ce sont des conducteurs d'aluminium ou de cuivre qui permettent le transport de l'énergie électrique entre différents éléments, exemple entre transformateur et le tableau général de basse tension.

➤ **Temporisateur :**

C'est un dispositif qui permet de programmer des délais ou des intervalles de temps spécifique pour différentes opérations ou fonctions. Il peut être utilisé pour contrôler la durée d'allumage ou d'extinction de certains équipements électriques.

➤ **Les câbles ou les fils électriques :**

Les câbles et fils électriques jouent un rôle crucial en transportant le courant électrique entre les différents composants du système. Ils permettent de connecter les sources d'alimentation, les disjoncteurs, les sectionneurs, les prises, les interrupteurs et autres appareils électriques.

➤ **Les boutons poussoir :**

C'est un interrupteur simple qui permet de contrôler manuellement l'alimentation électrique d'un circuit ou d'un appareil. Il est généralement utilisé pour commander des fonctions marche/arrêt, comme l'éclairage, la ventilation ou l'ouverture de portes.

Chapitre III : Description de circuit de transfert d'eau de mer au niveau de SONATRACH

Il permet d'ouvrir ou de fermer un circuit électrique et reviennent à leur position de départ lorsqu'ils sont relâchés.

III.5 Problématique

L'armoire électrique joue un rôle très important dans le réseau système anti-incendie, l'armoire de notre réseau est ancienne et elle pose des problèmes comme :

- La conformité aux normes de sécurité.
- La fiabilité des composants obsolètes.
- La consommation d'énergie inefficace.
- Des risques potentiels de dysfonctionnement électrique.
- Manque de pièce de rechange des équipements.
- Etanchéité.

Et pour cela on a décidé de réaliser une nouvelle armoire électrique pour garantir la sécurité de l'industriel.

III.6 Cahier des charges :

Notre projet portera sur l'étude de l'armoire électrique qui commande les électropompes de notre station de pompage et réalisation d'une nouvelle armoire, ensuite il faudra choisir les appareils adéquats pour le bon fonctionnement de l'armoire, et en fin assurer la protection des biens et des personnes.

La réalisation de cette nouvelle armoire doit avoir les éléments suivants :

- ✓ Un ensemble de disjoncteur.
- ✓ Un fil de terre (fil de protection).
- ✓ Enveloppe métallique :
Quatre armoires IP65 fabriquées à partir d'une feuille d'acier, protégée à l'intérieure par une peinture époxy.
- ✓ Signalisation et boutonnerie :
Un ensemble de produits de signalisation telle que les voyants à LED, les boutons poussoir, klaxon, arrêt d'urgence.
- ✓ Eclairage d'armoire :
Un système d'éclairage intérieur assuré par fin de course est déclenché au moment de l'ouverture de porte, une réglette à aimant de 13W ou 18W lumière blanche avec interrupteur et câble de deux mètres afin de la positionner à n'importe quel endroit de la cellule.

Chapitre III : Description de circuit de transfert d'eau de mer au niveau de SONATRACH

✓ Relais de commande et de protection :

Des relais de commande électromécanique a 4 contacts OF, et des relais de phase multifonction et relais de protection PTC pour l'enroulement moteur.

✓ Jeux de barre en cuivre et filerie :

Des barres en cuivre de dimension adéquat assurent l'arrivé par câble au disjoncteur principale et la sortie vers le répartiteur de distribution et répartition des phases. Pour le câblage des autres circuits de petite puissance et de commande et assuré par des files (ou conducteur) de différentes couleurs et de section adéquat acheminé à l'intérieur des goulottes de différente dimension. Un repérage alphanumérique avec embout de sertissage aux deux bouts du fils.

✓ Bornes et accessoire :

Des borniers de type à vis monté sur des rails oméga repéré et bloqué par des butés, d'arrêt séparé par un bornier de désignation et 7 presse-étoupes.

✓ Capteur de niveau.

III.7 Conclusion :

Dans ce chapitre, nous avons abordé le titre Description de transfert d'eau de mer au niveau de l'entreprise Sonatrach. Nous avons examiné en détail les différents composant du réseau du système anti-incendie. De plus, nous avons également analysé le circuit de transfert d'eau, qui joue un rôle crucial dans le refroidissement et l'extinction des incendies.

Grace à cette description approfondie, nous avons pu comprendre le fonctionnement et l'importance de ces éléments dans la prévention et la lutte contre les incendies. Puis nous avons étudié le problématique posé par l'équipe d'ingénieur de **SONATRACH** afin de réaliser une nouvelle armoire, en utilisant un cahier des charges bien précis.

Chapitre IV

**Dimensionnement et
réalisation de la nouvelle
armoie électrique.**

Chapitre IV : Dimensionnement et réalisation d'une la nouvelle armoire électrique

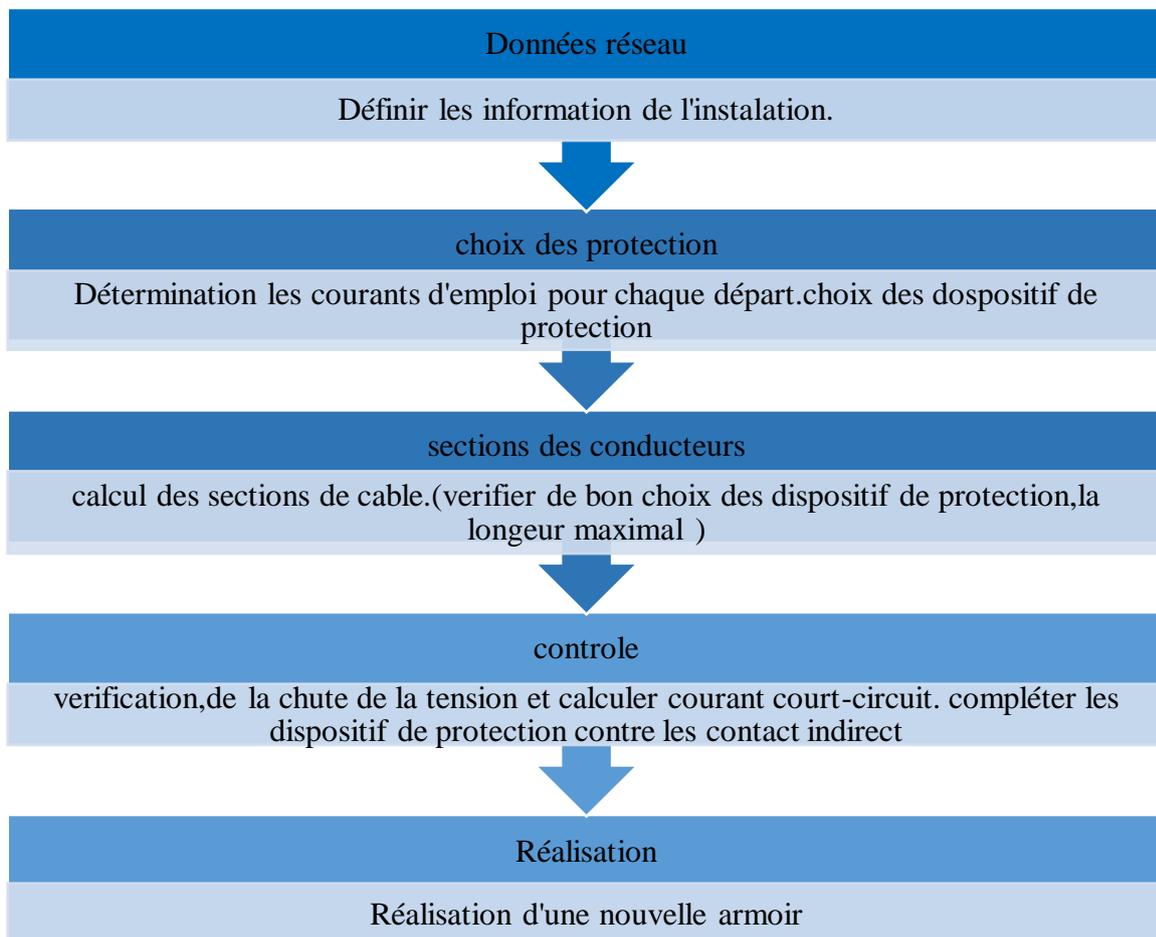
IV.1 . Introduction

Une armoire électrique assure le fonctionnement et l'alimentation en énergie électrique des différents composants de l'installation. Avant de commencer la réalisation de l'armoire, on doit faire une étude électrique, automatique et schématique de l'installation. Cette étude nous permet d'avoir un bon fonctionnement de l'armoire ainsi qu'un bon niveau de sécurité des personnes et des biens.

Dans ce chapitre nous allons faire le dimensionnement des sections des canalisations électriques ainsi que le dimensionnement des protections pour offrir une bonne protection du matériel et des personnes ainsi que pour assurer la continuité de service.

IV.2 . Etapes principales pour réaliser de nouvelle armoire électrique

La réalisation d'une armoire électrique consiste à suivre une succession d'étapes bien déterminer pour avoir un dimensionnement optimal, afin d'assurer un bon fonctionnement et protection de notre procès, voici les étapes clé à prendre en compte :



FigureIV.1: Etape principales pour réaliser une armoire électrique.

IV.3 . Définir les informations de l'installation :

IV.3.1 . Puissance installée :

Les types de récepteur de notre installation sont :

- Eclairage à LED : Ils ont une faible consommation et une durée de vie lente.
- Prise de courant.
- 3 moteurs : c'est des moteurs triphasés de puissance 18.5 KW.

TableauIV.1: Bilan de puissance installé de l'installation.

| | Tension [v] | P _n (kw) | η (%) | P _u (kw) | I _n [A] | Cos (φ) | Q _n (KVA) | S _n (KVA) |
|--------------------------------|----------------|------------------------|-------|------------------------|--------------------|------------|-------------------------|-------------------------|
| GMP 01 | 400 | 22 | 93 | 20.46 | 41 | 0.83 | 15.84 | 27.1 |
| GMP 02 | 400 | 22 | 93 | 20.46 | 41 | 0.83 | 15.84 | 27.1 |
| GMP 03 | 400 | 22 | 93 | 20.46 | 41 | 0.83 | 15.84 | 27.1 |
| Eclairage 1 | 220 | 0.019 | 1 | 0.02 | 0.09 | 0.99 | 0.003 | 0.019 |
| Eclairage 2 | 220 | 0.019 | 1 | 0.02 | 0.09 | 0.99 | 0.003 | 0.019 |
| Eclairage 3 | 220 | 0.019 | 1 | 0.02 | 0.09 | 0.99 | 0.003 | 0.019 |
| Eclairage principal | 220 | 0.019 | 1 | 0.02 | 0.09 | 0.99 | 0.003 | 0.019 |
| Prise électrique | 220 | 3.6 | 1 | 3.6 | 16 | 0.95 | 0.31 | 3.6 |
| Total | | 69.68 | | 65.06 | 139.4 | | 47.84 | 84.52 |

Avec :

• P_n: puissance active = U×I×Cos φ (IV.1)

• Q : puissance réactive = U×I×Sin φ (IV.2)

• S : puissance apparente = U×I (IV.3)

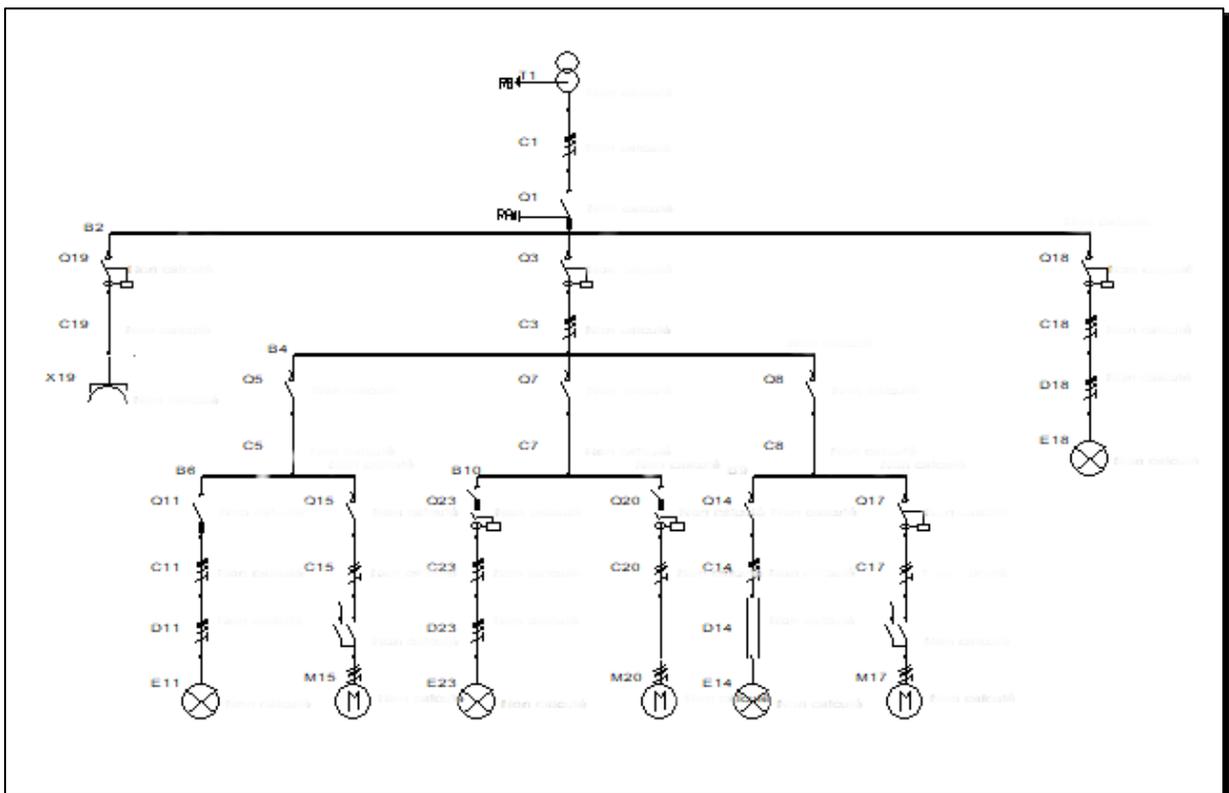
• η : Le rendement = $\frac{P_u}{P_n}$ (IV.4)

Le bilan de puissance effectué, donne la puissance installée suivante :

Tableau IV.2: Le bilan de puissance effectué.

| Charge | Sn (KVA) |
|--------|----------|
| TGBT | 84.52 |

➤ Schéma unifilaire :



Un schéma unifilaire d'une armoire électrique est un dessin technique qui représente de manière simplifiée les circuits électriques d'une installation. Il montre les connexions principales et les composants essentiels avec des lignes simples. Leur utilisation à pour la planification, l'installation, et la maintenance des systèmes électrique, car il offre une vue d'ensemble claire et concise.

IV.3.2 La puissance d'utilisation :

✓ Facteur d'utilisation K_u

Les récepteurs ne seront jamais utilisés à pleine puissance, dans une installation industrielle. On introduit alors un facteur d'utilisation (K_u) qui varie généralement de 0.3 à 1.

A défaut de précision on peut, prendre :

Tableau IV.3: Facteur d'utilisation [16].

| Utilisation | Facteur d'utilisation K_u |
|--|---|
| Eclairage | 1 |
| Prise de courant (n : nombre de Prise de courant alimentées par le même circuit) | $0.1+(0.9/n.....\text{si } n < 6$ $0.6..... \text{ si } n > 6$ |
| Moteur électrique | 0.75 |

✓ **Facteur de simultanéité K_s**

Dans une installation industrielle, les récepteurs alimentés par une même canalisation. Qu'il s'agisse d'un atelier ou autre, ne fonctionne pas nécessairement de manière simultanée.

Afin de prendre en considération ce phénomène, étroitement lié aux conditions d'exploitation de l'installation, il est essentiel d'appliquer un facteur de simultanéité à la somme des puissances des récepteurs lors de dimensionnement des liaisons.

En l'absence d'indications précises découlant de l'expérience, il convient de rester attentif à ces considérations lors de la planification des installations industriels.

Tableau IV.4: Facteur de simultanéité [16].

| Nombre de récepteur | Facteur de simultanéité K_s |
|---------------------|-------------------------------|
| 1 | 1 |
| 2 à 3 | 0.9 |
| 4 à 5 | 0.8 |
| 5 à 9 | 0.7 |
| 10 et plus | 0.6 |

✓ **Facteur d'extension K_e**

Ce facteur d'extension a pour fonction de garantir l'extension en cas d'augmentation de la puissance absorbée, sachant qu'il varier généralement de 1 à 1.3. Pour les installations industrielles, il est courant de prendre la valeur de 1.2.

IV.3.2.1 Puissance utile d'une charge **Pui**

L'estimation de la puissance réellement absorbée par une charge électrique tient Compte du taux de charge du récepteur par apport à sa puissance nominale. Ainsi, la Détermination de cette puissance nécessite une bonne connaissance du facteur d'utilisation [17]. Elle est donnée par la relation suivante :

$$\mathbf{Pui=Ku \times Pa} \quad (IV.5)$$

$$\mathbf{Qui=Ku \times Qn} \quad (IV.6)$$

$$\mathbf{Sui=Ku \times Sn} \quad (IV.7)$$

Avec :

- **Pui** : Puissance active utile demandée d'une charge.
- **Qui** : Puissance réactive utile demandée d'une charge.
- **Sui** : Puissance apparente utile demandée d'une charge.
- **Pa** : Puissance absorbé d'une charge.
- **Qn** : Puissance réactive nominale d'une charge.
- **Sn** : Puissance apparente nominale d'une charge.
- **Ku** : Facteur d'utilisation d'une charge

Tableau IV.5: Le bilan de puissance utiliser dans installation.

| | Quantité | Pn (KW) | Qn (KVAR) | Sn (KVA) | K _U | Pui (KW) | Qui (KVAR) | Sui (KVA) |
|-----------------------------|----------|------------|--------------|-------------|----------------|---------------|---------------|---------------|
| GMP 01 | 3 | 22 | 15.84 | 27.1 | 0.75 | 16.5 | 11.88 | 18.075 |
| Eclairage | 4 | 0.019 | 0.003 | 0.019 | 1 | 0.019 | 0.003 | 0.019 |
| Prise électrique | 1 | 3.6 | 0.31 | 3.6 | 1 | 3.6 | 0.31 | 3.6 |
| Total | | 69.68 | 47.84 | 84.52 | | 53.176 | 35.962 | 57.901 |

IV.3.2.2 Puissance utile dans une branche P_{uj}

Est déterminée en établissant la somme de toutes les puissances utiles du groupe de récepteurs alimenté par la même branche, multipliée par le facteur de simultanéité correspondant [17]. Elle est donnée par la relation suivante :

$$P_{uj} = K_s \times \sum_{i=1}^n P_{ui} \quad (\text{IV.8})$$

$$Q_{uj} = K_s \times \sum_{i=1}^n Q_{ui} \quad (\text{IV.9})$$

$$S_{uj} = K_s \times \sum_{i=1}^n S_{ui} \quad (\text{IV.10})$$

Avec :

- **P_{uj}** : Puissance active demandé d'une branche.
- **Q_{uj}** : Puissance réactive demandé d'une branche.
- **S_{uj}** : Puissance apparente demandé d'une branche.
- **K_s** : Facteur de simultanéité d'une branche.

Tableau IV.6: La charge totale du TGBT.

| | Quantité | Put (KW) | Qut (KVAR) | Sut (KVA) | K_s | P_{uj} (KW) | Q_{uj} (KVAR) | S_{uj} (KVA) |
|------------------|----------|-------------|---------------|--------------|-------|------------------|--------------------|-------------------|
| GMP | 3 | 49.5 | 53.64 | 54.135 | 0.9 | 44.5 | 31.86 | 48.80 |
| Eclairage | 4 | 0.076 | 0.012 | 0.076 | 0.9 | 0.0456 | 0.0108 | 0.0684 |
| Prise | 1 | 3.6 | 0.31 | 3.6 | 0.9 | 3.24 | 0.279 | 3.24 |
| Totale | | | | | | 47.785 | 32.149 | 57.594 |

- En introduisant un facteur d'extension qui est égal à 1.2 on obtient les résultats suivants :

Tableau IV.7 : La charge totale de TGBT.

| Charge | P_u (KW) | Q_u (KVAR) | S_u (KVA) | $\text{Cos}(\varphi)$ |
|-------------|------------|--------------|-------------|-----------------------|
| TGBT | 57.342 | 38.578 | 69.115 | 0.829 |

IV.4 Choix du transformateur :

Le réseau délivre une moyenne de tension de 30 KV, et au sein du projet la tension au niveau des récepteurs est de 400V [18].

Chapitre IV : Dimensionnement et réalisation d'une la nouvelle armoire électrique

Après avoir effectué le bilan de puissance utilisé on est arrivé à déterminer la puissance totale utilisée par l'installation qui va nous permettre d'après le tableau de déterminer le transformateur de puissance normalisée adéquat à notre installation.

| Puissance apparente kVA | In (A) | |
|----------------------------|--------|-------|
| | 230 V | 400 V |
| 100 | 244 | 141 |
| 160 | 390 | 225 |
| 250 | 609 | 352 |
| 315 | 767 | 444 |
| 400 | 974 | 563 |
| 500 | 1218 | 704 |
| 630 | 1535 | 887 |
| 800 | 1949 | 1127 |
| 1000 | 2436 | 1408 |
| 1250 | 3045 | 1760 |
| 1600 | 3898 | 2253 |
| 2000 | 4872 | 2816 |
| 2500 | 6090 | 3520 |
| 3150 | 7673 | 4436 |

Figure IV.2: Puissances apparentes normalisées des transformateurs MT/BT triphasés et intensités nominales correspondantes [18].

Le choix du transformateur se portera sur le transformateur 100KVA

IV.5 Choix de groupe électrogène :

Comme on peut remarquer sur le schéma unifilaire de notre installation. Il est évident que toutes les charges doivent être alimentées en cas de panne d'électricité. C'est pourquoi nous allons sélectionner un groupe électrogène avec la même puissance apparente normalisée que le transformateur. On choisit alors un groupe électrogène de 100 KVA.



Figure IV.3: Groupe électrogène.

IV.6 Dimensionnement les sections du conducteur :

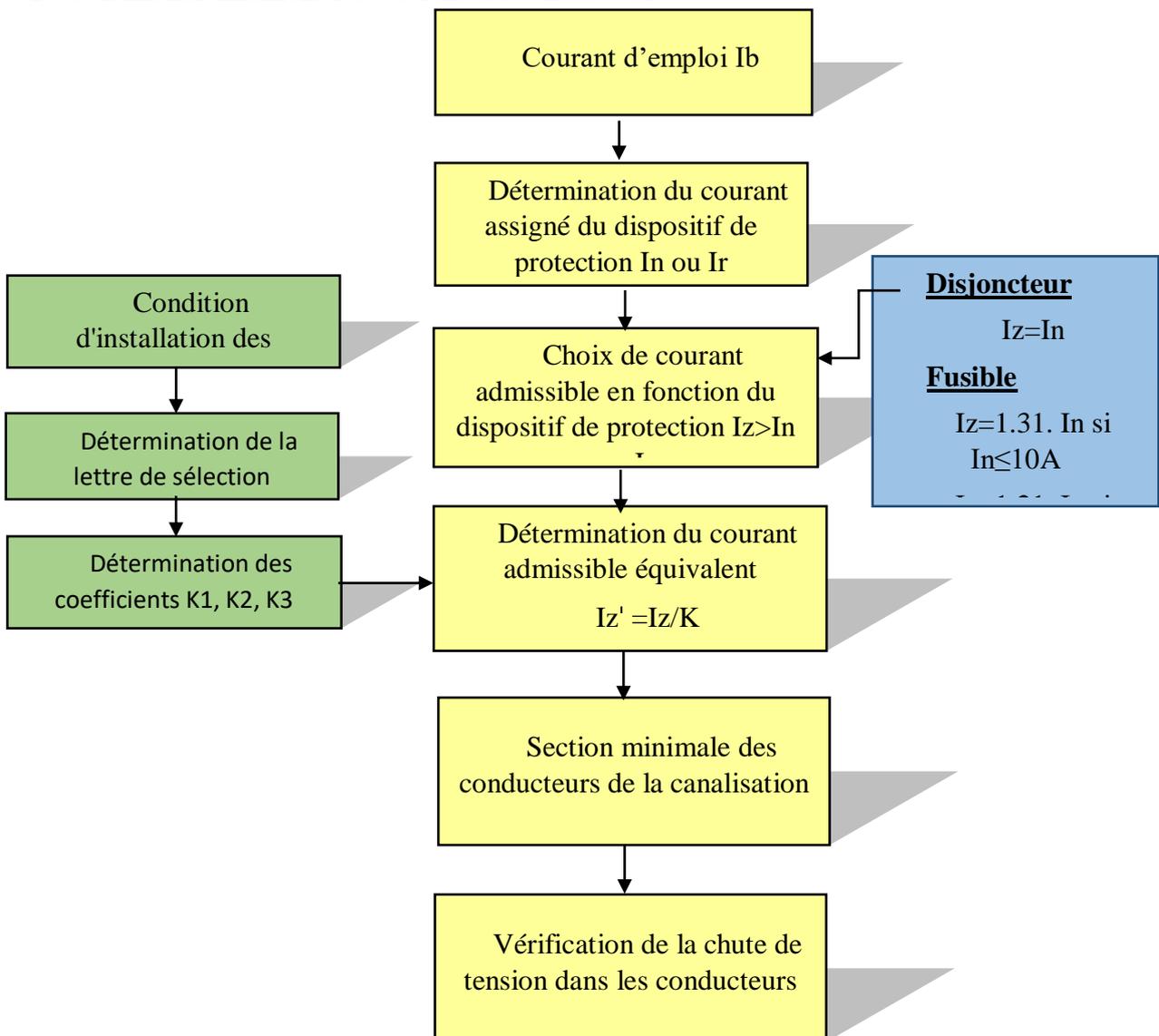


Figure IV.4 : logigramme de choix des sections des conducteur et des dispositifs de protection.

IV.6.1 Détermination les courants d'emploi I_B :

Le courant maximal d'emploi (I_B) est défini selon la nature de l'installation alimentée par la canalisation. Dans le cas de l'alimentation individuelle d'un appareil, le courant I_B sera égale au courant assigné de l'appareil alimenté.

Par contre, si la canalisation alimente plusieurs appareils, le courant I_B sera égal à la somme des courants absorbés, en tenant compte des facteurs d'utilisation et de simultanéité de l'installation, la formule est comme suite :

$$I_B = P_u \times a \times K_c \times (K_s \times K_u \times K_e) \quad (IV.11)$$

Avec :

- P_u : puissance utile en (kW).

$$P_u = \eta \times P_n \quad (IV.12)$$

- a : Facteur tenant compte du facteur de puissance et du rendement.
- K_C : facteur de conversion des puissances en intensités.
- K_s : facteur d'utilisation des appareils.
- K_u : facteur de simultanéité.
- K_e : facteur tenant compte des prévisions d'extension.

➤ **Le facteur tenant compte du facteur de puissance et du rendement (a) :**

$$a = \frac{1}{\eta \cos(\varphi)} \quad (IV.13)$$

η : rendement

$\cos \varphi$: facteur de puissance

La puissance apparente d'un récepteur est :

$$S = \frac{P_u}{\eta \cos(\varphi)} \quad (IV.14)$$

P_u : puissance utile en kw

➤ **Facteur de conversion K_C :**

Chapitre IV : Dimensionnement et réalisation d'une la nouvelle armoire électrique

Facture de conversion de la puissance en intensité est le courant absorbé par un récepteur est en fonction de la tension et de type de réseau, pour notre cas d'étude, nous allons utiliser 1.44 pour les circuit triphasé,4.35 pour les circuits monophasés. Le tableau ci déçu illustre le choix de ces différentes valeurs.

Tableau IV.8: Facteur de conversion [16].

| Réseau | Tension d'alimentation | Facteur de conversion K _C |
|-----------|------------------------|---|
| Triphasé | 400V | 1.44 |
| Monophasé | 230V | 4.35 |
| | 127V | 8 |

- Le courant d'emploi d'un jeu de barre est calculé par la somme des courants d'emplois multiplié par le coefficient de simultanété tel que :

$$I_{B \text{ principale}} = \sum_1^n I_B \cdot K_s \quad (\text{IV.15})$$

Tel que : I_{Bj} est le courant maximal d'emploi de jeu de barre.

- Le courant d'emploi principal de l'installation est calculé par la somme des courants des jeux de barre multiplié par le coefficient de simultanété avec le coefficient d'extension tel que

$$I_{Bj} = \sum_1^n I_{Bj} \cdot K_s \cdot K_e \quad (\text{IV.16})$$

Tel que : I_{B principale} est le courant maximal d'emploi principal de l'installation.

❖ Le courant d'emploi pour le disjoncteur général :

Application numérique :

- Le courant d'emploi : $I_b = \frac{Su \times 10^3}{\sqrt{3} \times U} = \frac{70 \times 10^3}{\sqrt{3} \times 400} = 101.03 \text{ A}$ (IV.17)

❖ Le courant d'emploi dans le répartiteur (jeu de bar)

$$I_{Bj} = \sum_1^n I_{Bj} \times K_s = (30.78 \times 3 + 0.94 \times 4 + 16.91) \times 0.9 = 101.7$$

❖ Le courant d'emploi total de l'armoire :

$$I_{Bj} = I_{Bj} \times K_e = 113.01 \times 1.2 = 135.612$$

IV.6.2 Le courant assigné ou nominal du dispositif de protection (I_r) :

Le courant assigné nominal également appelé calibre ou valeur maximale du courant permanent supporté par le disjoncteur sans déclanchement, est légèrement supérieur au courant d'emploi, ces valeurs sont normalisées selon la norme NFC 15-100.

$$I_b \leq I_r \leq I_z \tag{IV.18}$$

Tableau IV.9: Calibre des disjoncteurs normalisée.

| | | | | | | | | | |
|--|-------------|-------------|-------------|-------------|------------|------------|------------|------------|-------------|
| Courant Assignés I_r (A) | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 10 | 16 | 20 |
| | 25 | 32 | 40 | 50 | 63 | 70 | 80 | 100 | 125 |
| | 160 | 200 | 250 | 320 | 400 | 500 | 630 | 800 | 1000 |
| | 1250 | 1600 | 2000 | 2500 | - | - | - | - | - |

IV.6.3 Courant assigné nominal I_z :

Le courant admissible I_z est le courant maximal qui peut supporter et véhiculer un conducteur électrique dans des conditions données sachant que sa température soit supérieure à la valeur spécifiée.

La valeur de I_z est déterminée en fonction de la protection utilisée :

✓ **Protection par disjoncteur :**

Pour les circuits protégés par des disjoncteurs, le courant admissible est égal au courant nominal (calibre de disjoncteur)

$$I_z = I_r \tag{IV.19}$$

✓ **Protection par fusible :**

La valeur de courant admissible est obtenue par multiplication de courant nominal par coefficient standard.

$$I_z = K \cdot I_r \tag{IV.20}$$

Avec :

$$\left\{ \begin{array}{l} K=1.31 \text{ Si } I_n < 10\text{A} \\ K=1.21 \text{ Si } 10 < I_n < 25 \text{ A} \\ K=1.10 \text{ Si } I_n > 25\text{A} \end{array} \right.$$

✓ **La règle du temps de fonctionnement :**

Les normes des produits de protection imposent aux constructeurs d'indiquer une grandeur I_2 temps de fonctionnement conventionnel, qui doit respecter la règle suivante :

$$I_2 < I_z * 1.45 \tag{IV.21}$$

IV.6.4 Le courant admissible en fonction des Influences extérieures Iz' :

C'est le courant maximum que la canalisation peut véhiculer en permanence sans préjudice pour sa durée de vie. Pour déterminer ce courant, il faut procéder de la façon suivante :

- ✓ Après avoir choisie la nature du câble à l'aide du Tableau 1 de (l'annex). Définir le mode de pose et sa lettre de sélection associés.
- ✓ À partir des conditions d'installation et d'ambiance, déterminer les valeurs des facteurs de correction voire (Tableau 2, Tableau 3 et Tableau 4 de (l'annex).
- ✓ Calculer le facteur de correction global (K) égal au produit des facteurs de correction K1, K2 et K3.
- ✓ Après avoir déterminé le facteur K et on calcule le courant admissible dans la canalisation Iz'.

Avec :

$$I'_z = \frac{I_z}{K} \tag{IV.22}$$

IV.6.5 Détermination des sections des conducteurs standardisées :

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 à un tableau standard utilisé dans le domaine industriel voire Tableau 5 de (l'annex).

IV.6.6 Détermination Sections des Conducteurs PE et PEN

Dans chaque installation électrique, il est crucial de déterminer les dimensions des conducteurs actifs, ainsi que les conducteurs de neutre PEN et la mise à la terre PE. Leur dimensionnement dépend de la section des conducteurs actifs. Le Tableau 6 de (l'annex) indiquées la section des conducteur PE et PEN en fonction des sections des phases.

IV.6.7 Section de câble pour un disjoncteur général

Le tableau suivant présente la section du câble pour le disjoncteur général :

Tableau IV.11 : Section du câble pour le disjoncteur général.

| | Câble général |
|----------------------|---|
| Courant admissible | Pour les circuits protégés par des disjoncteurs, le courant admissibles égale ou courant nominal (calibre de disjoncteur) $I_z=I_r= 125 \text{ A}$ |
| Lettre de sélection | Lettre de sélection choisie est F |
| Facteur de sélection | $K=K1*K2*K3$ Avec : $K1=1 ; K2=0.77 ; K3=0.94$ Donc : $K=0.723$ |

Chapitre IV : Dimensionnement et réalisation d'une la nouvelle armoire électrique

| | |
|-------------------|--|
| Intensité fictive | On à : $I'_z = \frac{I_z}{K} = \frac{125}{0.723} = 172.9A$ |
| Section de câble | Câble de cuivre de section 35mm ² |

Tableau IV.12 : Résultats de calcul des sections des conducteurs.

| | GMP 1 | GMP 2 | GMP 3 | Eclairage 1 | Eclairage 2 | Eclairage 3 | Eclairage Principal | Prise de courant |
|--|-------|-------|-------|-------------|-------------|-------------|---------------------|------------------|
| Pu (kw) | 20.46 | 20.46 | 20.46 | 0.02 | 0.02 | 0.02 | 0.02 | 3.6 |
| α | 1.29 | 1.29 | 1.29 | 1.01 | 1.01 | 1.01 | 1.01 | 1 |
| In (A) | 41 | 41 | 41 | 0.09 | 0.09 | 0.09 | 0.09 | 16 |
| Ku | 0.75 | 0.75 | 0.75 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| Ks | 0.9 | 0.9 | 0.9 | 0.9 | 0.9 | 0.9 | 0.9 | 0.9 |
| Ke | 1.2 | 1.2 | 1.2 | 1.2 | 1.2 | 1.2 | 1.2 | 1.2 |
| Kc | 1.44 | 1.44 | 1.44 | 4.35 | 4.35 | 4.35 | 4.35 | 4.35 |
| I_b | 30.78 | 30.78 | 30.78 | 0.94 | 0.94 | 0.94 | 0.94 | 16.91 |
| I_r | 32 | 32 | 32 | 1 | 1 | 1 | 1 | 20 |
| Type de protection | Disj | Disj | Disj | Disj | Disj | Disj | Disj | Disj |
| I_z | 32 | 32 | 32 | 1 | 1 | 1 | 1 | 20 |
| I_{z'} | 55.32 | 55.32 | 55.32 | 1.06 | 1.06 | 1.06 | 1.06 | 17.02 |
| Lettre de sélection | F | F | F | B | B | B | B | B |
| K1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| K2 | 0.77 | 0.77 | 0.77 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| K3 | 0.94 | 0.94 | 0.94 | 0.94 | 0.94 | 0.94 | 0.94 | 0.94 |
| K | 0.723 | 0.723 | 0.723 | 0.94 | 0.94 | 0.94 | 0.94 | 0.94 |
| S_{PH,N} [Mm] | 2.5 | 2.5 | 2.5 | 2.5 | 2.5 | 2.5 | 2.5 | 2.5 |
| S_{PE} [Mm²] | 6 | 6 | 6 | 1.5 | 1.5 | 1.5 | 1.5 | 2.5 |

IV.7 Calcul de chute de tension (ΔU)

Les câbles électriques présentent une impédance faible mais non négligeable, ce qui entraîne une chute de tension lors de passage du courant de son point d'origine à son point d'extrémité.

Si la chute de tension est supérieure aux valeurs limites admises. Il est nécessaire d'augmenter la section des conducteurs jusqu'à ce que la chute de tension soit inférieure aux valeurs prescrites.

D'après la norme C 15-100, la chute de tension entre l'origine de l'installation BT et tout point d'utilisation ne doit pas dépasser certains pourcentages. Voir le Tableau 7 de (l'annex).

Les formules de calcul des chutes de tension sont déférentes d'une alimentation à l'autre. Tableau 8 de (l'annex) présent les formules du calcul de la chute de tension.

IV.7.1 Calculer la chute de tension de câble de transformateur

La chute de tension dans 100 mètres est 8.4%, sachant que la longueur de câble est 20 mètres.

$$\begin{aligned}\Delta U_t &= \frac{\Delta U_{C2} \times L_1}{100} & (IV.23) \\ &= \frac{8.4 \times 20}{100} = 1.68\end{aligned}$$

Avec :

- ΔU_t : la chute de tension du câble de transformateur
- ΔU_{C2} : la chute de tension dans 100 mètres
- L_1 : la longueur de câble =20m

IV.7.2 La chute de tension de câble d'alimentation des électropompes :

la chute de tension dans 100 mètres est 5% ,Sachant que la longueur du câble est 20 mètres

$$\begin{aligned}\Delta U_1 &= \frac{\Delta U_{c2} \times L_2}{100} = \frac{5 \times 20}{100} = 1 \\ \Delta U_{p1} &= \Delta U_t + \Delta U_1 = 2.68 & (IV.24)\end{aligned}$$

- Résistance du conducteur :

$$R = \rho \times \frac{L}{S} = 22.5 \times \frac{20 \cdot 10^{-3}}{2.5} = 0.18 \Omega \quad (IV.25)$$

- Réactance du conducteur :

$$X = \lambda L = 8 \cdot 10^{-3} \times 20 \cdot 10^{-3} = 1.6 \cdot 10^{-4} \quad (IV.26)$$

- La chute de tension :

$$\begin{aligned}\Delta U &= \sqrt{3} I_B (R \cos \varphi + X \sin \varphi) = & (IV.27) \\ &= \sqrt{3} \times 30.78 \times (0.18 \times 0.83 + 1.6 \cdot 10^{-3} \times 0.55) = 8.01 V\end{aligned}$$

- Le pourcentage de la chute de tension :

$$\frac{\Delta U}{U} = \frac{8.01}{400} \times 100 = 2.00\%$$

On remarque que la chute de tension est inférieure à 5% donc selon la norme NFC 15-100 notre section est validée.

IV.7.3 La chute de tension d'éclairage :

La chute de tension dans 100 mètres est 3%, sachant que la longueur de câble est 2 mètres :

$$\Delta U_2 = \frac{\Delta U_{c2} \times L_2}{100} = \frac{3 \times 2}{100} = 0.1 \quad (\text{IV.28})$$

$$\Delta U_L = \Delta U_t \times \Delta U_2 = 1.78$$

- ΔU_t : Chute de tension de câble de transformateur
- ΔU_{c2} : Chute de tension dans 100 mètres
- L_2 : la longueur du câble
- ΔU_L : chute de tension de l'éclairage

Selon la norme NFC 15-100 la chute de tension entre l'origine de l'installation BT et tout point d'utilisation doit être inférieure à 5% donc notre section est validée.

IV.7.4 La chute de tension de prise monophasé :

La chute de tension dans 100 mètres est 5% sachant que la longueur du câble est 3 mètres :

$$\Delta U_2 = \frac{\Delta U_{c3} \times L_3}{100} = \frac{5 \times 3}{100} = 0.15$$

$$\Delta U_L = \Delta U_t \times \Delta U_3 = 1.83$$

- ΔU_t : Chute de tension de câble de transformateur
- ΔU_{c3} : Chute de tension dans 100 mètres
- L_2 : la longueur du câble
- ΔU_L : chute de tension de Prise

Selon la norme NFC 15-100 la chute de tension entre l'origine de l'installation BT et tout point d'utilisation doit être inférieure à 5% donc notre section est validée.

Tableau IV.13 : Chute de tension.

| | GMP | Eclairage | Price de courant |
|--------------------------|----------------------|----------------------------|----------------------------|
| I_B [A] | 30.78 | 0.94 | 16.91 |
| Cos φ | 0.83 | 0.99 | 0.95 |
| Sin φ | 0.55 | 0.14 | 0.31 |
| L [m] | 20 | 2 | 3 |
| R [Ω] | 0.18 | 0.018 | 0 .027 |
| X [Ω] | 1.6 10 ⁻³ | 1.6×10⁻⁵ | 2.4×10⁻³ |
| ΔU [V] | 8.01 | 0.1 | 0.15 |
| ΔU % | 2.00 | 0.45 | 0.068 |

IV.8 Choix et dimensionnement des protections :

Toute machine ou installation fonctionnant à l'électricité risque de connaître des dysfonctionnements à tout instant. On observe ces défauts lorsque les grandeurs nominales d'un circuit électrique contenant une perturbation augmentent ou diminuent de manière anormale. Ces perturbations sont généralement provoquées par des fluctuations anormales de la tension, de l'intensité et de la fréquence.

Les incidents les plus courants :

- Les surcharges : Plus l'intensité augmente, plus les parties actives, les masses métalliques et les isolants se réchauffent progressivement.
- Les courts-circuits : Une augmentation brutale de l'intensité du courant, pouvant atteindre des niveaux dévastateurs pour le récepteur.
- Les surtensions : Une augmentation soudaine de la tension peut induire le calquage des isolants, ce qui peut entraîner des courts circuits potentiels.

Ces incidents ont des conséquences graves et coûteuses. Il est important de prendre en considération le risque pour la sécurité des individus en contact direct ou indirect avec les récepteurs, ainsi que les risques de dégradation du matériel qui pourraient impacter la production et la continuité du service.

Pour s'affranchir de ces incidents ou d'éviter moins leurs conséquences, il faut prendre le bon choix et le bon dimensionnement des protections afin de la coupure en cas de détection de grandeurs anormales circulant dans l'installation.

Le choix et le dimensionnement des dispositifs de protection de l'armoire électrique sont faire pour assurer la sécurité des personnes et la protection des matériels internes et externes de l'armoire.

IV.8.1 La protection contre les courts circuits :

Un courant de court-circuit est un courant électrique de très forte intensité qui se produit lorsqu'il y a un contact direct entre deux points d'un circuit qui ne sont pas normalement connecté. Cela crée une grande quantité de courant de circuler. Ce phénomène peut être dangereux et entraîner des dommages matériels, des incendies et des risques pour la sécurité des personnes.

❖ Causes d'un court-circuit

- Défaut dans le câblage électrique (ex : un fil dénudé ou endommagé qui permet à des conducteurs de courant de se toucher directement) ;
- Mauvaise installation électrique
- Surcharge du circuit
- Présence d'humidité ou d'objet étrangers dans l'installations électriques

❖ Conséquence du défaut de court-circuit

- Endommager les équipements électriques connectés au circuit touché.
- Causer des pannes électricité.
- Voire déclencher des incendies.
- Peuvent présenter un danger pour la sécurité des personnes en raison des risques d'électrocution.

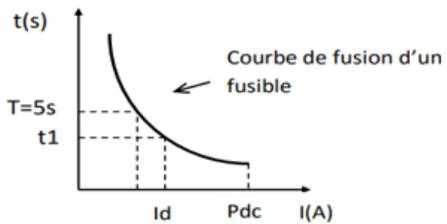
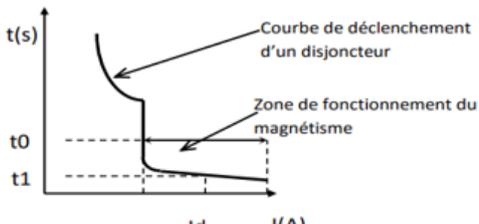
Il existe deux types de courant de court-circuit

➤ Le courant maximal de court-circuit qui détermine :

- ✓ Le pouvoir de coupeur (PDC) des disjoncteurs.
- ✓ Le pouvoir de fermeture des appareilles.
- ✓ La tenue thermique des canalisation et d'appareillage.

➤ Le courant minimal de court-circuit qui détermine : indispensable aux choix de la courbe de déclenchement des disjoncteurs et des fusibles [19].

Tableau IV.14 : Les conditions satisfaisantes pour la protection contre les courts-circuits.

| PROTECTION PAR FUSIBLE | PROTECTION PAR DISJONCTEUR |
|---|--|
| <p>Le pouvoir de coupure (Pdc) des fusibles doit être supérieur ou égal au courant de court-circuit triphasé (I_{cc}) susceptible de se produire juste en dessous d'eux.</p> <p style="text-align: center;">$PdC_{Fusible} \geq I_{ccMax}$</p> | <p>Le pouvoir de coupure (Pdc) d'un disjoncteur doit être supérieur ou égal au courant de court-circuit triphasé (I_{cc}) susceptible de se produire juste en dessous de lui.</p> <p style="text-align: center;">$PdC_{Disjoncteur} \geq I_{ccMax}$</p> |
| <p>Le (ou les fusibles) doit fondre pour une valeur minimum 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.</p> <p style="text-align: center;">$I_{f5s} > I_{ccMin}$</p> | <p>Le disjoncteur doit déclencher pour une valeur minimum du courant de court-circuit, c'est à dire pour un défaut franc situé en bout de ligne.</p> <p style="text-align: center;">$I_{mag} > I_{ccMin}$</p> |
| <p>I_{f5s} = courant de fusion pour un temps de 5 Secondes.</p> | <p>I_{mag} = courant de réglage du déclencheur Magnétique.</p> |
|  |  |

Le courant de court-circuit triphasé est obtenu par la relation suivante :

$$I_{CC} = \frac{m C U_n}{\sqrt{3} \cdot \sqrt{R_t^2 + X_t^2}} \quad (IV.)$$

Avec :

$I_{cc max}$: Courant de court-circuit maximal en (kA)

m : Facteur de charge à vide ; $m = 1.05$

c : Facteur de tension ; $c = 1.05$

U_n : Tension du réseau utilisée.

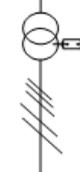
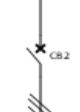
R_t : La somme des résistances en amont du point de court-circuit en $m\Omega$.

X_t : La somme des réactances en amont du point de court-circuit en $m\Omega$.

❖ Détermination des résistances et des réactances en tout point de l'installation :

Pour faire une application pour calculer du court-circuit maximal nécessite de connaître les résistances et les réactances en en tout point de l'installation, en utilisant la méthode des impédances on peut déterminer les différentes résistances et réactances de l'installation, le tableau suivant résumé les formules utilisées par cette méthode :

Tableau IV.15: Détermination d'impédance de chaque partie d'installation [19].

| Partie de l'installation | Schémas | Résistance R (Ω) | Réactance X (mΩ) |
|--|---|-------------------------------|---|
| Réseau amont |  | $R_1 = 0.1 \times Z_{cc}$ | $X_1 = 0.995 Z_{cc}$ Avec : $Z_{cc} = \frac{(m U)^2}{S_{cc}}$ |
| Transformateur |  | $R_T = \frac{U^2 w_c}{S_n^2}$ | $X_T = \sqrt{Z_T^2 - R_T^2}$ Avec : $Z_T = \frac{U_{cc}}{100} \times \frac{U^2}{S_n}$ |
| Câbles |  | $R_L = \rho \frac{L}{S}$ | $X_L = 0.09 \times L$ (Câbles uni jointifs) $X_L = 0.13 \times L$ (Câbles uni espacés) |
| Jeux de barre |  | $R_{JDB} = \rho \frac{L}{S}$ | $X_{JDB} = 0.15 \times L$ |
| Gaine à barres |  | $R_C = \rho \frac{L}{S}$ | $X = \lambda L$ |
| NOTE : la valeur de la résistance R et la réactance X des disjoncteurs sont négligeables | | | |

Avec :

Z_{cc} : Impédance de court-circuit du réseau amont.

S_{cc} : Puissance de court-circuit du réseau HT en (kVA).

U_{cc} : Tension du court-circuit du transformateur (en %).

W_c : Pertes en cuivre en (W).

S_n : Puissance apparente du transformateur en (kVA).

ρ : Résistivité : $\rho = 22.5 \Omega \text{ mm}^2/\text{km}$ pour le cuivre.

Chapitre IV : Dimensionnement et réalisation d'une la nouvelle armoire électrique

$\rho = 36 \Omega \text{ mm}^2/\text{km}$ pour l'aluminium.

l : Longueur du câble/JDB en (m).

S : Section du câble/JDB en (mm^2).

$\lambda = 0.08 \Omega/\text{Km}$;

Résultats de calcul :

Tableau IV.16: Différents court-circuit de la nouvelle armoire de commande.

| Installation | | Caractéristique | R [mΩ] | X [mΩ] | Z _{cc} [mΩ] | Z _t [mΩ] | I _{cc} [KA] |
|---|----------------|--|-----------|-----------|-------------------------|------------------------|-------------------------|
| Réseau amont | | Réseau amont S _{CC} =500 MVA | 0.035 | 0.35 | 0.35 | 0.35 | 659.82 |
| Transformateur | | S _n = 100KVA U _{cc} =4% U=400 V | 34.4 | 53.96 | - | 64 | 3.97 |
| Disjoncteur de protection de câble vers armoire | | Disjoncteur général | 0 | 0 | 0 | - | 0 |
| Câble d'alimentation armoire | | L=20 m S=25 mm ² | 18 | 1.8 | - | - | 14.07 |
| Disjoncteur principal de l'armoire | | Disjoncteur différentiel | 0 | 0 | 0 | - | 0 |
| Câble de liaison vers répartiteur | | L= 1 m S=25 mm ² | 0.9 | 0.09 | - | - | 281.49 |
| Du répartiteur vers disjoncteur des récepteurs | | L=1 m S=25mm ² | 0.9 | 0.09 | - | - | 281.49 |
| Les disjoncteur | | Disjoncteur de protection | 0 | 0 | 0 | - | - |
| Sortie Disjoncteur | Vers GMP | L=20 m S =2.5 mm ² | 180 | 1.8 | - | - | 1.41 |
| | Vers prise | L= 3 m S=2.5 mm ² | 27 | 0.27 | - | - | 9.42 |
| | Vers éclairage | L= 2 m S=2.5 mm ² | 18 | 0.18 | - | - | 14.14 |

IV.8.2 La sélectivité des protections :

L'objectif de la sélectivité des protections est recommandé de mettre hors tension uniquement le récepteur ou le départ en défaut et de maintenir la plus grande partie de l'installation sous tension, afin de garantir la continuité du service et de faciliter la détection des défauts. Lorsqu'un défaut survient en un point quelconque de l'installation dans une distribution radiale, l'appareil de protection situé en amont de ce défaut se déclenche en éliminant le défaut par lui-même.

Il y a deux types de sélectivité :

IV.8.2.1 Sélectivité totale :

La sélectivité est totale lorsqu'elle est assurée jusqu'au pouvoir de court-circuit de l'installation. Dans une distribution radiale, pour toutes les valeurs de défaut, depuis la surcharge jusqu'au court-circuit franc, la sélectivité est totale si D2 s'ouvre et D1 reste fermé [20].

IV.8.2.2 Sélectivité partielle :

La sélectivité est partielle lorsqu'elle est assurée jusqu'à une valeur du courant de court-circuit inférieur au pouvoir de coupure de l'installation. Cette valeur est appelée limite de sélectivité. Pour un défaut qui dépasse cette valeur les disjoncteurs D1 et D2 s'ouvrent [20].

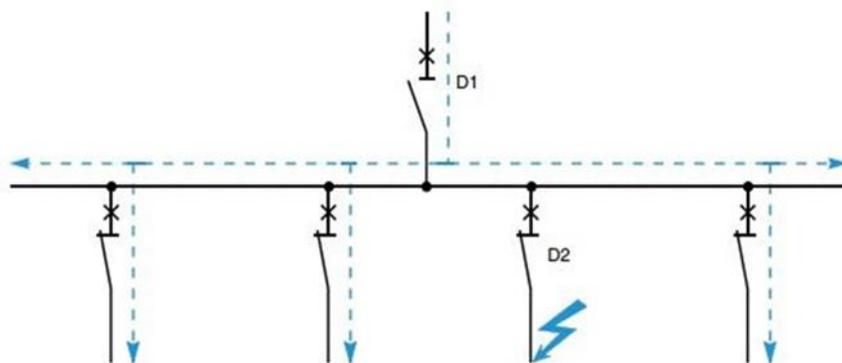


Figure IV.5: La sélectivité des disjoncteurs.

IV.8.2.3 Les Courbes de fonctionnement des protections :

Cette courbe représente le déclenchement d'un disjoncteur en fonction de courant qui le traverse et en fonction du temps.

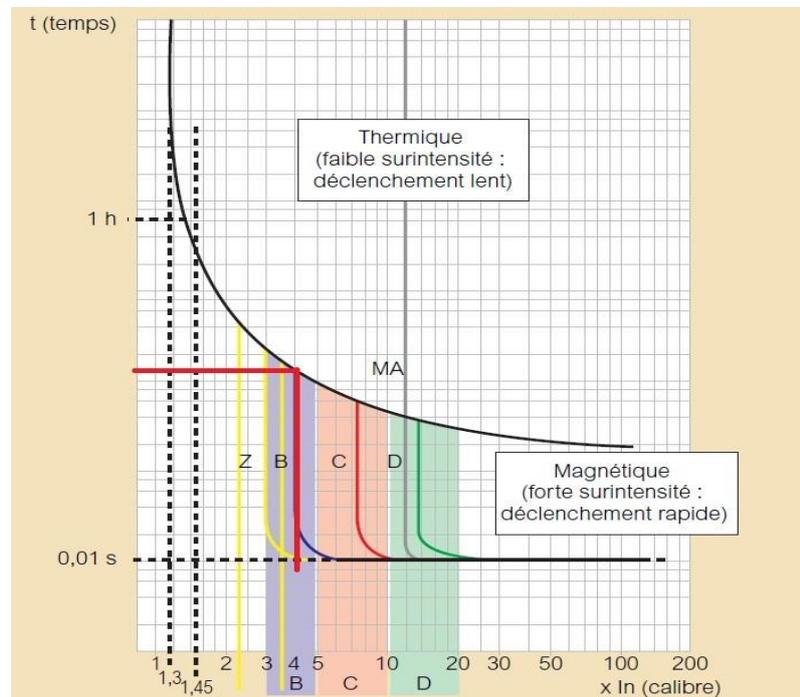


Figure IV.6: Courbes de déclenchement des disjoncteurs.

Les caractéristiques des courbes illustrées ci-dessous sont réparties comme suit :

- **Courbe B** : déclenche en cas de surcharge de 3 à 5 fois le courant nominale.
- **Courbe C** : déclenchement en cas de surcharge de 5 à 10 fois le courant nominale.
- **Courbe D** : déclenchement en cas de surcharge de 10 fois le courant nominale ou plus.
- **Courbe Z** : déclenchement en cas de surcharge de 2 à 3 fois le courant nominale.
- **Courbe MA** : déclenchement en cas de surintensité de moins de 10 le courant nominale.

IV.8.3 Dispositif de protection des personnes

Le choix du dispositif de protection dépend de type d'installation ainsi la sensibilité requise aussi la norme et réglementation.

La protection des personnes est la principale, dans toutes les installations électriques.

La figure résume les conséquences physiopathologiques qu'une personne peut subir l'hors du passage d'un courant alternatif (entre 15 et 1100Hz).

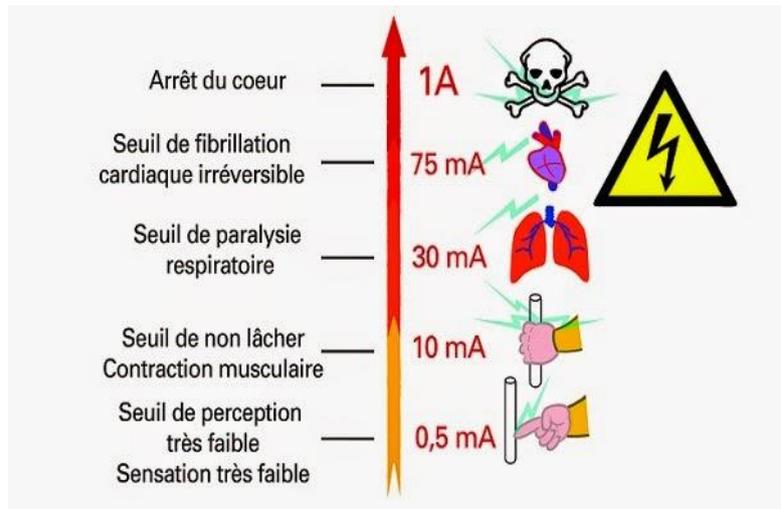


Figure IV.7: Effets physiopathologiques du passage du courant à travers le corps humain.

Une personne peut subir un choc électrique dans les circonstances suivantes :

- *Contact directe* : la norme NF C 15-100 définit le contact direct comme suit : contact de personne ou d'animaux domestiques ou d'élevage avec des parties active, c'est le cas d'une personne qui touche un conducteur nu sous tension comme le montre la figure suivante [21] :

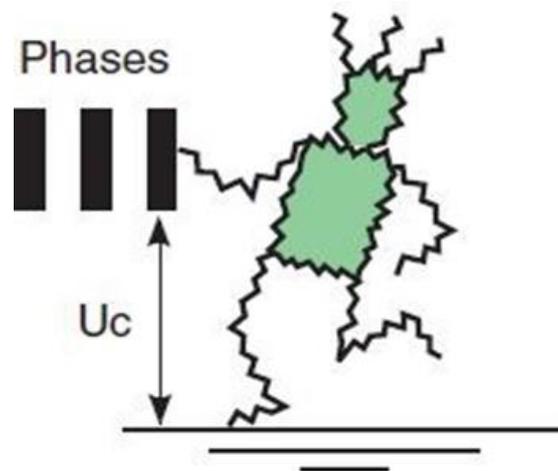


Figure IV.7 : Contact direct.

- *Contact indirect* : il est défini par la norme NF C 15-100 comme suit : 'contact de personnes ou d'animaux domestiques ou d'élevage avec des masses mises sous tension par suite d'un défaut d'isolement'. C'est le cas d'une personne qui touche une carcasse métallique d'un récepteur mis accidentellement sous tension généralement suite à un défaut d'isolement comme le montre la figure suivante [21] :

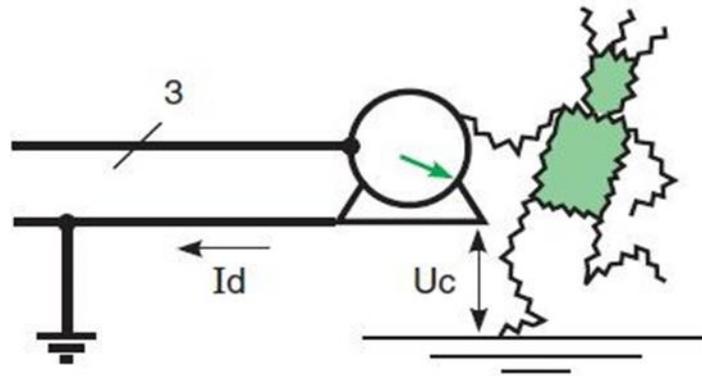


Figure IV.8: Contact indirect.

IV.8.4 Régime de neutre :

Pour assurer la protection des personnes, des dispositifs de protection sûrs ont été conçus, grâce à l'analyse rigoureuse des risques et des conséquences de défaillance matérielle ou de mauvaise utilisation. Parmi ces dispositifs, les protections différentielles et les protections contre les surintensités du courant électrique selon le schéma de liaison a la terre (régime des neutre TT, IT, TNC ou TNS).

Selon la norme NFC 15-100 ces derniers sont définis au moyen de 2 lettres [22] :

1ere pour le raccordement du neutre du transformateur :

- T pour liaison à la terre ;
- I pour isolation de la terre ;

2eme pour le type de raccordement des masses des appareils utilisés :

- T les masses sont reliées directement à la terre.
- N les masses sont reliées directement au neutre de l'installation.

Pour notre cas, on utilise le schéma de liaison a la terre TT (figure). On aura besoin d'un dispositif de protection contre les courts-circuits.

Cette solution est celle employée par STEG pour les réseaux de distribution bas tension. Aussitôt qu'un défaut d'isolement survient, il doit y'voir coupure, c'est la coupure au le premier défaut.

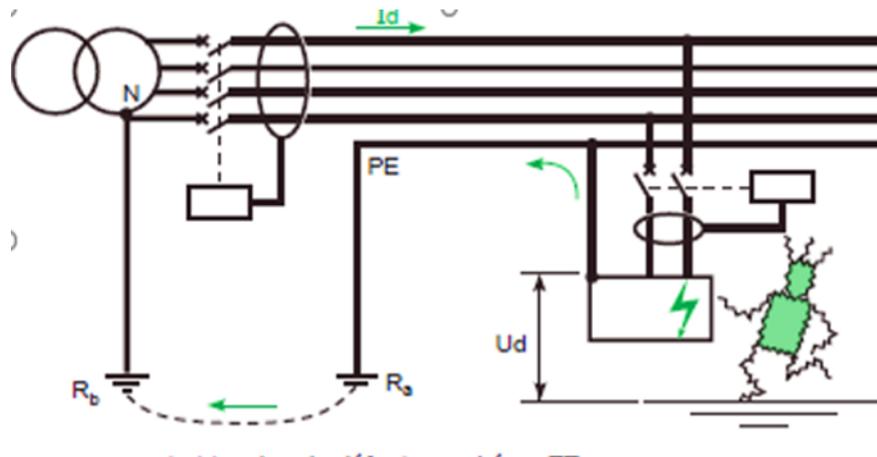


Figure IV.9: Schéma TT.

❖ Avantages du régime de neutre TT :

- ✓ Simplicité de conception.
- ✓ Maintenance facile.
- ✓ Coût initial réduit.
- ✓ Sécurité accrue.

❖ Inconvénients du régime de neutre TT :

- ✓ Protection limitée contre les surtensions.
- ✓ Courants de défaut élevés.
- ✓ Nécessité de dispositifs de protection différentiel.
- ✓ Problèmes de coordination de protection.

Se conforme avec la normes locales et internationales de sécurité électrique NFC 15-100, En installant et en maintenant correctement ces dispositifs de protection, on peut assurer la sécurité des personnes contre les risques électriques, réduit les accidents et protéger les personnes.

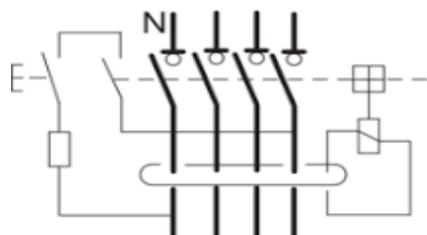


Figure IV.10: Disjoncteur différentiel.



Figure IV.11: Fusible.

IV.8.5 Protection des Moteur électrique contre les surcharges :

Les surcharges des moteurs électrique se produisent lorsque le moteur est soumis à un courant supérieur à sa capacité nominale pendant une période prolongée. Cela peut se produire en raison de divers facteurs tels que des conditions de fonctionnement anormales, une charge excessive, ou un dysfonctionnement du système électrique. Les surcharges peuvent entraîner une surchauffe du moteur, une détérioration des composants internes, voire une panne complète si elles ne sont pas détectées et corrigées à temps. C'est pourquoi il est essentiel de mettre en place des dispositifs de protection pour prévenir les surcharges et assurer le bon fonctionnement des moteurs électriques comme relais thermique ou des disjoncteurs moteur.



Figure IV.12: Relais temporisé électronique.



Figure IV.13: Disjoncteur moteur.

IV.9 Etude et réalisation de la nouvelle armoire électrique

IV.9.1 Construction d'une armoire électrique

Chaque armoire électrique industrielle se compose de plusieurs éléments essentiels ce sont :

- ✓ **Structure extérieure :** l'armoire sera composée d'une armoire fabriquée à partir d'une feuille d'acier de marque RITTAL ou SCHNEIDER ELECTRIC, protégée à l'intérieur et à l'extérieur par une peinture résine polyester époxy et de couleur gris RAL7035.
- ✓ **Structure interne :** L'ensemble des composants et organes électrique (les disjoncteurs, les contacteur ...) englobé par l'armoire et accroché aux différents fixations et rails.

IV.9.2 Liste des organes de commande et de puissance utilisée dans l'armoire principal :

L'armoire principal sert de point central à partir duquel l'alimentation électrique est distribuée vers les différents circuits de l'installation. Elle permet de contrôler et de protéger l'ensemble du système électrique d'une installation. Notre armoire contiennent :

Tableau IV.17 : composant d'armoire principal.

| DESIGNATIONS | QT E | MARQUE |
|--|---------|---------------------|
| Disjoncteur 4×63A XT1B-18KA | 1 | ABB |
| Disjoncteur 4×63A différentiel 300MA XT1B-18KA | 3 | ABB |
| Disjoncteur 2×63A différentiel 30mA | 1 | ABB |
| Price de courant 2P+T/16A | 1 | SCAME OU équivalent |

Chapitre IV : Dimensionnement et réalisation d'une la nouvelle armoire électrique

| | | |
|---|----------|-----------------------|
| Porte Fusible modulaire 1P E91/32 (10×38) | 4 | ABB |
| Fusibles (10×38) | 4 | SOCOMEK ou équivalent |
| Répartiteur 4×160A | | ERICO ou équivalent |
| Bornes de raccordement | Lot s | |
| Fil souple | Lot s | |
| Armoire 1000*700*250 | 1 | ALGER LUMIERE |

IV.9.3 Liste des organes de commande et de puissance utilisée dans l'armoire démarreur progressif 22KW

Tableau IV.18 : Composant d'armoire démarreur progressif.

| DESIGNATIONS | Q TE | Marque |
|---|----------|-------------------|
| Disjoncteur moteur MS165-54 | 1 | ABB |
| Contact défaut sk1-11 | 1 | ABB |
| Contacteur AF52 | 1 | ABB |
| Démarreur progressif PSR45-600-70 22KW | 1 | ABB |
| TC 100/5 | 1 | ABB ou équivalent |
| Relais de phase | 1 | ABB |
| Relais temporisé électronique | 1 | VTK ou équivalent |
| Compteur horaire | 1 | SRI ou équivalent |
| Relais de niveau | 1 | Finder |
| Bouton d'arrêt d'urgence à rotation compact (1NC) CE4T-10R-01 | 1 | ABB |
| Ampèremètre analogique sans échelle 72×72 mm-5A5(SRI 72) | 1 | SPEI |
| Echelle 72×72mm 50-250A (A5) | 1 | SPEI |
| Voltmètre analogique avec commutateur 72×72mm-500V (SRI 72) | 1 | SPEI |
| Voyant compact rouge (à Leds intégrée-220VAC) | 2 | Giovenzana |
| Voyant compact vert (à Leds intégrée-220VAC) | 2 | Giovenzana |
| Voyant compact jaune (à Leds intégrée-230VAC) | 2 | Giovenzana |
| Bouton poussoir compact (1NO) saillant vert CP3-10G-10 | 2 | ABB |
| Bouton poussoir compact (1NO) saillant rouge CP3-10G-10 | 2 | ABB |
| Bouton tournant compact 3 positions (2NO) à manette courte C3SS1-10B-20 | 2 | ABB |
| Ventilateur + filtre 105×105 | 1 | Fandis |
| Thermostat | 1 | Fandis |
| Porte fusibles modulaire 1P E91/32 (10/38) | 4 | ABB |
| Fusibles (10×38) | 4 | SOCOMEK |
| Bornes de raccordement | L ots | |
| FIL souple | L | |

Chapitre IV : Dimensionnement et réalisation d'une la nouvelle armoire électrique

| | | |
|----------------------|-----|------------------|
| | ots | |
| Armoire 800*600 *250 | 1 | ALGER LUMIERE |

IV.10 Conclusion

Dans ce chapitre nous avons illustré les différentes étapes à suivre pour dimensionner les sections des différentes canalisations, également on a fait une étude pour les fréquences des courts-circuits qui peuvent se produire sur les divers points de l'armoire électrique, ce qui nous a donné la possibilité de sélectionner les dispositifs de protection appropriés qui assurent la sécurité des éléments et des individus, ainsi la réalisation d'une nouvelle armoire électrique. Il est crucial de suivre ces étapes afin de garantir le bon fonctionnement, la protection et la facilité de maintenance de l'armoire électrique.

CONCLUSION GENERALE

Durant la réalisation de notre stage dans le cadre de notre projet de fin d'études, qui nous a été confié par le staff technique du groupe industriel SONATRACH, nous avons profité l'occasion de mettre en pratique les notions de l'électrotechnique et on a touché un peu partout d'autres domaines parmi ces domaines l'hydraulique et réseaux électriques reçus courts de notre parcours universitaire.

Au début on a donné une présentation de l'entreprise SONATRACH, ensuite nous avons défini les nombreuses pompes existantes par donnant leur définition ainsi l'avantage et inconvénient de chacun.

Après avoir élu des nombreuses informations par l'ensemble d'ingénieurs travaillant à SONATRACH, nous avons fait un dimensionnement général de neutre équipements, ainsi faire une description générale de notre circuit de transfert d'eau

Lors de l'étude de notre problématique, on a constaté l'obligation de réalisation d'une nouvelle armoire de commande, cette dernière nécessitant un dimensionnement idéal afin d'assurer une meilleure sécurité. Dans cette partie, Le bilan de puissance a été établi et les différents éléments électriques constituant l'armoire électrique ont été convenablement dimensionnés. Cela à partir d'un schéma unifilaire réalisé sur le logiciel My Ecodial

Les résultats de notre étude démontrent que le choix approprié de l'électropompe et d'armoires de commande est crucial pour garantir la sécurité et l'efficacité du système anti-incendie. Un dimensionnement précis permet de réduire les risques d'insuffisance d'eau en cas d'incendie. D'optimiser la consommation énergétique et de minimiser les coûts opérationnels et de maintenance.

En effet, ce projet de fin d'étude réalisé dans une durée de stage d'un moins nous a permis de bien se formaliser avec la plupart des points concernant la conception et la réalisation des armoires électriques, ainsi de découvrir le monde industriel et de vivre une expérience enrichissante pour notre formation et aussi une vision instructive du monde industriel.

A la fin de ce travail, nous espérons qu'il constituera une perspective réalisable pour la réalisation réelle du projet et qu'il apportera un plus à l'entreprise.

Bibliographie

[1] REMACHE Fares, « Etude de régime rationnel de fonctionnement d'une pompe centrifuge avec vitesse variable par MLI », mémoire de Master, Université d'Ouargla, 2018.

[2] Eddine, B. M. C. Étude d'une pompe hydraulique volumétrique à engrenages extérieurs à dentures droites d'une boîte de vitesses robotisée DSG (DQ200).

[3] DJELLALI Badis et DJEBABLA Basma, « Analyse Des causes De Défaillance des pompes centrifuges », mémoire de Master, Université de Annaba, 2021.

[4] <https://www.matevi-france.com/oenologie/transfert-de-la-vendange-et-du-vin/objectifs-des-pompes-volumetriques/1817-pompes-volumetriques-rotatives-a-l-arbre.html#>

[5] DINBUTA NSEKA MERVEILLE, KAELA TSHILOMBO ROJER, MWAPE.TONDO Adrien, NGELEKA.TSHIBANGU. Moxime ; WANDANDA BAUDOUIN JOE- « Eude comparative d'un montage série et d'un montage en parallèle de deux pompes hydraulique » Université de LUBUMBASHI, Faculté polytechnique.

[6] KUILED Slimane, Investigation expérimentale du phénomène de cavitation dans les pompes, mémoire master, Université de Ouargla, 2011.

[7] <https://www.scribd.com/doc/397816608/pompe>.

[8] SERAIDI, T., & YAHIAOUI, O. (2022). Alimentation d'une pompe par une source d'énergie renouvelable (Doctoral dissertation).

[9] Ahmed Misbah Youssef, PUMP TECHNOLOGY

[10] Amine BELAID, ETUDE ET CONCEPTION D'UNE POMPE CENTRIFUGE », mémoire Master, Université de Biskra, : Juin 2017.

[11] Vadot, L. (1957). Le pompage de l'eau par éoliennes. La houille blanche, (4), 496-535.

[12] NFPA 24. Standard for the Installation of Private Fire Service Mains and Their Appartenances Edition 2002.

[13] Groupe Schneider Electric (15/01/2009). « Quel couplage adopter (triangle ou étoile) lors du câblage du moteur asynchrone triphasé par rapport au réseau électrique d'alimentation ? <https://www.se.com/fr/fr/faqs/FA19820/>

[14] Mr. DALI RACHID « Etude d'un écoulement dans une conduite d'aspiration d'une pompe centrifuge » Mémoire de projet de fin d'étude pour l'obtention du diplôme de Master en Hydraulique option : Eau, Sol et Aménagement. UNIVERSITE ABOUBEKER BELKAID TELEMEN

[15] Phillipse charton, Septembre 2013, « Le pompage ». L'eau fertile sur le site chrome-extension://efaidnbnmnnibpcajpcglclefindmkaj/https://www.ardepi.fr/fileadmin/user_upload/Provence-Alpes-Cote_d_Azur/124_Eve-Ardepi/Interface/publications/eau_fertile/21Pompage.pdf

[16] ZENATI Fares, ACHOURI Redouane, « Dimensionnement électrique automatisation et supervision d'un procédé de refonte du sucre au sien de l'entreprise », mémoire master, université de Bejaïa, 2021/2022.

[17] T. ahmed, L.M. SAID, « Etude et dimensionnement d'une installation électrique », mémoire master, 2019/2020.

[18] A.Ouadi, Projet de fin d'études, Master II «Etude et calcul de l'installation électrique au niveau de la raffinerie sucre Cevital »,2014-2015.

[19] FEKIK Arezki, DILMI Mouhamed :« Etude et réalisation d'une armoire électrique d'un palettiseur ». Mémoire de fin d'étude. Promotion 2013

[20] Jean-Pierre nereau, technique Schneider Electric, Cahier de charge. Mars 2001

[21] J. Schonek « Schneider Electric : Les protections différentielles en basse tension » Cahier technique N°114. Edition Février 2006

[22] R. Calvas- B. Lacroix « Schneider Electric : Les schémas de liaison à la terre en BT (régime du neutre) » Cahier technique N°172. Edition Décembre 2004.

| Sélection | | | | | | | | | | | |
|-----------|--|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| B,C | Encastré ou noyés dans les parois | 1 .00 | 0 .85 | 0 .79 | 0 .75 | 0 .73 | 0 .72 | 0. 72 | 0. 71 | 0. 70 | 0. 70 |
| C | Simple couche sur les murs ou sur les planchers ou tablettes non perforées | 1 .00 | 0 .85 | 0 .79 | 0 .75 | 0 .73 | 0 .72 | 0. 72 | 0. 71 | 0. 70 | 0. 70 |
| | Simple couche au plafond | 0 .95 | 0 .81 | 0 .72 | 0 .68 | 0 .66 | 0 .64 | 0. 63 | 0. 62 | 0. 61 | 0. 61 |
| E,F | Simple couche sur les tablettes horizontales perforées ou tablettes verticales | 1 .00 | 0 .88 | 0 .82 | 0 .77 | 0 .75 | 0 .73 | 0. 73 | 0. 72 | 0. 72 | 0. 72 |
| | Simple couche sur les échelles à câbles | 1 .00 | 0 .87 | 0 .82 | 0 .80 | 0 .80 | 0 .79 | 0. 79 | 0. 78 | 0. 78 | 0. 78 |

Tableau 4 : Facteur de correction K3.

| Température Ambiante en °C | Nature de l'isolation | | |
|-------------------------------------|----------------------------|---------------------------------|---|
| | Elastomère (Caoutchouc) | Polychlorure de vinyle (PVC) | Polyéthylène réticulé(PR) Butyle ,éthylène ,propylène |
| 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 5: Sections standards des conducteurs.

| Méthode de référence | Isolant et nombre de conducteurs chargée | | | | | | | | |
|---|--|----------|----------|----------|----------|----------|------|---------|------|
| | PVC 3 | PVC 2 | | PR 3 | | PR 2 | | | |
| C | | PVC 3 | | PVC 2 | PR 3 | | PR 2 | | |
| E | | | PVC 3 | | PVC 2 | PR 3 | | PR 2 | |
| F | | | | PVC 3 | | PVC 2 | PR 3 | | PR 2 |
| Section (mm ²) cuivre | | | | | | | | | |
| 1.5 | 15.5 | 17.5 | 18.5 | 19.5 | 22 | 23 | 24 | 26 | |
| 2.5 | 21 | 24 | 25 | 27 | 30 | 31 | 33 | 36 | |
| 4 | 28 | 32 | 34 | 36 | 40 | 42 | 45 | 49 | |
| 6 | 36 | 41 | 43 | 48 | 51 | 54 | 58 | 63 | |
| 10 | 50 | 57 | 60 | 63 | 70 | 75 | 80 | 86 | |
| 16 | 68 | 76 | 80 | 85 | 94 | 100 | 107 | 115 | |
| 25 | 89 | 96 | 101 | 112 | 119 | 127 | 138 | 149 | 161 |
| 35 | 110 | 119 | 126 | 138 | 147 | 158 | 169 | 185 | 200 |
| 50 | 134 | 144 | 153 | 168 | 179 | 192 | 207 | 225 | 242 |
| 70 | 171 | 184 | 196 | 213 | 229 | 246 | 268 | 289 | 310 |
| 95 | 207 | 223 | 238 | 258 | 278 | 298 | 328 | 352 | 377 |
| 120 | 239 | 259 | 276 | 299 | 322 | 346 | 382 | 410 | 437 |
| 150 | | 299 | 319 | 344 | 371 | 395 | 441 | 473 | 504 |
| 185 | | 341 | 364 | 392 | 424 | 450 | 506 | 542 | 575 |
| 240 | | 403 | 430 | 461 | 500 | 538 | 599 | 641 | 679 |
| 300 | | 464 | 497 | 530 | 576 | 621 | 693 | 741 | 783 |
| 400 | | | | | 656 | 754 | 825 | | 940 |
| 500 | | | | | 749 | 868 | 946 | | 1083 |
| 630 | | | | | 855 | 1005 | 1088 | | 1254 |
| Section (mm ²) aluminium | | | | | | | | | |
| 16.5 | 16.5 | 18.5 | 19.5 | 21 | 23 | 24 | 26 | 28 | |
| 2.5 | 22 | 25 | 26 | 28 | 31 | 32 | 35 | 38 | |
| 4 | 28 | 32 | 33 | 36 | 39 | 42 | 45 | 49 | |
| 6 | 39 | 44 | 46 | 49 | 54 | 58 | 62 | 67 | |
| 10 | 53 | 59 | 61 | 66 | 73 | 77 | 84 | 91 | |
| 16 | 70 | 73 | 78 | 83 | 90 | 97 | 101 | 108 | 121 |
| 25 | 86 | 90 | 96 | 103 | 112 | 120 | 126 | 135 | 150 |
| 35 | 104 | 110 | 117 | 125 | 136 | 146 | 154 | 164 | 184 |
| 50 | 133 | 140 | 150 | 160 | 174 | 187 | 198 | 211 | 237 |
| 70 | 161 | 170 | 183 | 195 | 211 | 227 | 241 | 257 | 289 |

| | | | | | | | | | |
|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 95 | 186 | 197 | 212 | 226 | 245 | 263 | 280 | 300 | 337 |
| 120 | | 227 | 245 | 261 | 283 | 304 | 324 | 346 | 389 |
| 150 | | 259 | 280 | 298 | 323 | 347 | 371 | 397 | 447 |
| 185 | | 305 | 330 | 352 | 382 | 409 | 439 | 470 | 530 |
| 240 | | 351 | 381 | 406 | 440 | 471 | 508 | 543 | 613 |
| 300 | | | | | 526 | 600 | 663 | | 740 |
| 400 | | | | | 610 | 694 | 770 | | 856 |
| 500 | | | | | 711 | 808 | 899 | | 996 |
| 630 | | | | | | | | | |

Tableau 6: sections des conducteur PE et PEN en fonction des sections des phases.

| Section des conducteurs des phases $S_{ph} [mm^2]$ | Section des conducteur PE $[mm^2]$ | Section des conducteurs PEN $[mm^2]$ | |
|--|------------------------------------|--------------------------------------|----------|
| | | C_u | AI |
| $S_{ph} \leq 16$ | S_{ph} | S_{ph} | S_{ph} |
| $16 < S_{ph} \leq 25$ | 16 | S_{ph} | S_{ph} |
| $25 < S_{ph} \leq 35$ | 16 | 16 | 25 |
| $35 < S_{ph} \leq 50$ | $S_{ph} / 2$ | $S_{ph} / 2$ | 25 |
| $S_{ph} >$ | $S_{ph} / 2$ | $S_{ph} / 2$ | S_{ph} |

Tableau 7 : Chute de tension maximale entre l'origine de l'installation BT et l'utilisation.

| Type de l'alimentation | Eclairage | Autre usage (force motrice) |
|---|-----------|-----------------------------|
| Alimentation par le réseau BT de distribution publique. | 03% | 05% |
| Alimentation par poste privé HT/BT | 06% | 08% |

Tableau 8: Formules du calcul de la chute de tension.

| Circuit | Chute de tension (ΔU) | |
|---|---|-----------------------------------|
| | EN volte | En % |
| Monophasé : Phase et neutre | $\Delta U = 2Iz (R \cos \varphi + X \sin \varphi)$ | $\frac{100 \times \Delta U}{V_n}$ |
| Biphasé : deux phases | $\Delta U = 2Iz (R \cos \varphi + X \sin \varphi)$ | $\frac{100 \times \Delta U}{U_n}$ |
| Triphasé équilibré : trois phases (avec ou sans neutre) | $\Delta U = \sqrt{3} I z L (R \cos \varphi + X \sin \varphi)$ | $\frac{100 \times \Delta U}{U_n}$ |