

RÉPUBLIQUE ALGÉRIENNE DÉMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTÈRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE
UNIVERSITÉ ABDERRAHMANE MIRA DE BEJAIA



FACULTÉ DE TECHNOLOGIE
DÉPARTEMENT D'ÉLECTROTECHNIQUE

MÉMOIRE DE MASTER II

EN VUE DE L'OBTENTION DU DIPLÔME DE MASTER II EN ÉLECTROTECHNIQUE

OPTION
ELECTROMÉCANIQUE

Thème:

Etude et dimensionnement d'une installation électrique avec vérification des résultats par le logiciel ECODIAL

Réalisé par :

- **MrMERAHI Aissam.**
- **Mr MOUHOUNE Walid.**

Encadré par :

- **Mr L. Aloui**

ANNÉE UNIVERSITAIRE : 2019/2020

Remerciement

Louange à Allah le tout puissant qui nous a accordé la santé et la patience durant toutes ces années, pour que nous venons aujourd’hui et présenter ce travail.

Nous tiens à remercier notre encadreur Mr. L. Aloui. Ainsi que Mr Atroune et Mr F. Merahy pour leurs aides et leurs conseils précieux.

Nos remerciements vont aussi aux membres du jury qui nous ont honorés en acceptant de juger ce travail.

Nous remercions, nos familles, nos amis ainsi que tous ceux qui nous soutenu, épaulé et encouragé dans les moments les plus difficiles.

M. WALID

M. AISSAM

Dédicaces

Je dédie ce modeste travail :

À mes chers parents, pour tous leurs sacrifices, leurs amours, leur tendresse, leur soutien et leurs prières tout au long de mes études.

À mes grands mère, que dieu leur procure longue vie et prospérités.

À mes très chers frères et seours Khoudir, Fahim, Nacir, Romila, Ghania et Saliha pour leurs appuis et leurs encouragements et a notre adorable filles Nihad et Eline .

À tout mes collègues et amis Kaci Mohamed, Rida Sadoun, Zidane Sofiane, B .Loubna.

M. WALID

DEDICACES

A la mémoire de ma mère que dieu l'accueil dans son vaste paradis .Je voulais tant que tu vives ce jour, Dieu a décidé autrement. Repose en paix très chère maman.

Je tiens sincèrement à dédier ce modeste travail à mon cher père pour son amour et son soutien moral depuis mon enfance. Père merci.

Qu'Allah puisse le gardé éternellement heureux, Merci du fond de mon cœur.

A mes beaux frères Lyes, Fayçal, Fauad, Houssam et Islam pour les conseils qu'ils n'ont cessé de me prodiguer durant toutes mes études. A notre adorables filles Anfal et Sama et toutes l'épouses de mes frères

A mon cousin Farid pour son soutien et ses conseils durant toute ma carrière d'étude

A toute la famille merahii et tout les cousins pour leurs soutiens. A mes amies Kaci Mohamed, docteur Rida, Adel, soufiane, B. Loubna

A toute la promotion électromécanique 2020 et a tous ceux qui ma aider de près ou de loin.

AISSAM

Sommaire

Sommaire

Introduction générale 1

Chapitre I : Généralité sur les installations électriques

I.1. Introduction	2
I.2. Les modes de distribution de l'énergie électrique	2
I.2.1. Distribution radiale	2
I.2.2. Distribution en peigne	2
I.2.3. Distribution en boucle	3
I.3. Les canalisations	3
I.3.1. Types de canalisations.....	4
I.3.2. Construction générale	4
I.4. Les équipements électriques	4
I.4.1. Tableau général BT	4
I.4.2. Les transformateurs MT/BT et MT/MT	5
I.4.3. Organes de coupure et tableaux électriques.....	5
I.4.3.1. Organes de coupure	5
I.4.3.1.1. Le disjoncteur	6
I.4.3.1.2. Disjoncteur magnétothermique.....	6
I.4.3.1.3. Disjoncteur différentiel	7
I.4.3.1.4. Sectionneur	7
I.4.3.1.5. Les relais	7
I.4.3.1.6. Relais thermique	7
I.4.3.1.7. Relais magnétique	7
I.4.3.1.8. Fusibles.....	8
I.4.3.1.9. Le contacteur	8

I.5. Tableaux d'énergie électrique	8
I.6. Câblage électrique	8
I.6.1. Sections des câbles électriques	9
I.6.1. a. Section technique et économique	10
I.6.1. b. Section de sécurité S_s	10
I.6.2. Types de câbles.....	11
I. 7. Protection Electrique	12
I. 7. 1. Définition et rôle de la protection	12
I.7. 2. Différent type de protection dans un poste source	13
I.7. 2. 1. Rôle de système de protection dans un poste	13
I. 7. 2. 2. Qualités fondamentales d'une protection électrique	13
I. 7. 2. 3. Protection de ligne HTB	13
I. 7. 2. 4. Protection des départs HTA.....	13
I. 7. 2. 5. Protection des lignes HTA contre les surcharges	14
I. 7. 2. 6. Protection des jeux de barres	14
I.7.2.6.1 La Protection différentielle de jeu de barre	14
I. 7. 2. 7. Protection d'un transformateur.....	15
I. 8. Régime du neutre	15
I. 8. 1. Définition de régime du neutre	15
I. 8. 2. Neutre MT	15
I. 8. 3. Le neutre isolé	15
I. 8. 4. Neutre mis à la terre par réactance	16
I. 8. 5. Neutre mis à la terre par résistance	16
I. 8. 6. Les différents régimes du neutre	16
I. 8. 7. Régime du neutre IT	16
I. 8. 8. Régime de neutre TT	17

I. 8. 9. Régime de neutre TN	17
I. 9. LES NORMS	18
I. 9. 1. La Normalisation	18
I.9. 2. Organisme de normalisation	19
I.10. Conclusion	19

Chapitre II : Dimensionnement de l'installation électrique

II.1. Introduction	20
II.2. Présentation du projet	20
II.2.1. Schéma unifilaire	20
II.2.2. Identification des différents circuits électriques du site	21
II.2.3. Calcul de la puissance installé du TGBT	22
II.2.4 Calcul de la puissance d'utilisation du TGBT	23
II.2.4.1. Les équations de calcul	23
II.2.5. Détermination du facteur de puissance totale de l'installation	25
II.2.6. Choix et Dimensionnement du transformateur	26
II.2.6.a. Calcul du rapport de transformation	26
II.2.6.b. Calcul du courant secondaire	26
II.2.6.c. Calcul du courant primaire	27
II.2.6.d. Détermination de U_{cc}	27
II.3. Dimensionnement et choix de l'équipement	27
II.3.1. Détermination des sections de conducteurs en moyenne tension	27
II.3.1.1. Principe de la méthode	27
II.3.1.2. Détermination du courant d'emploi I_b	28
II.3.1.3. Détermination de la section S_1 satisfaisant l'échauffement	28
II.3.1.4. Vérification des contraintes thermiques S_2	28
II.3.1.5. Vérification des chutes de tensions	29

II.4.Choix de la section technique	30
II.4.1.Détermination des sections de conducteurs en basse tension	30
II.4.2.Principe de calcul	30
II.4.3.Section de sécurité Ss	31
II.4.4.Calcul de la section selon l'échauffement Ss ou courants fictifs admissibles $I'z$	31
II.4.5.Les résultats obtenus pour chacun des circuits du TGBT.....	32
II.4.6.Sections des conducteurs de protection des masses basse tension (PE).....	34
II.4.7.Section technique	34
II.4.8.Calcul de section en Vérification de la chute de tension	34
II.5. Dimensionnement du jeu de barre	35
II.5.1. Détermination de l'épaisseur et de la hauteur des jeux de barres	35
II.5.2 Intensité admissible dans les jeux de barres	35
II.5.3. Détermination du coefficient de conditions	37
II.5.4. Calcul de l'intensité admissible.....	37
II.5.5. Calcul des courants de court-circuit	37
II.5.5.1.Résultante des courants de court-circuit.....	40
II.5.6.L'échauffement du au courant de court-circuit	42
II.6. Conclusion.....	43

Chapitre III : vérification des résultats avec logiciel ECODIAL

III.1. Introduction	44
III.2. Présentation du logiciel d'ECODIAL	44
III.3. Schéma unifilaire sous ECODIAL.....	45
III.4. Bilan de puissance.....	45
III.5. Présentation des résultats de calcul par ECODIAL.....	46
III.5.1. Exemple de résultats détaillés	46
III.5.1.1. résultats détaillé pour le transformateur	46

III.5.1.2. résultats détaillé pour la Machine A N° 1.....	48
III.5.2. Résultats globale.....	50
III.6. Validation des résultats	52
III.7. Conclusion	52
Conclusion générale	53

Nomenclature :

Symboles :

- ✓ P_a : Puissance active (kW)
- ✓ P_u : Puissance utile (KW)
- ✓ S : La puissance apparente (kVA)
- ✓ Q_u : La puissance réactive(VAR)
- ✓ S_n : Puissance assignée du transformateur (kVA).
- ✓ U_{20} : Tension assignée secondaire (à vide) du transformateur (V).
- ✓ I_n : Courant assigner du transformateur, côté BT (valeur efficace) (A).
- ✓ m : le rapport de transformation
- ✓ W : Pulsion des tensions du réseau (rd/s)
- ✓ C : Capacité du condensateur (F)
- ✓ m : Nombre de condensateur connecté en parallèle
- ✓ V_i : Tension phase-neutre (volt)
- ✓ V_{ij} : Tension entre phase (volt)
- ✓ K_u : Facteur d'utilisation
- ✓ K_S : Facteur de simultanéité
- ✓ K_e : Facteur tenant compte des prévisions d'extension
- ✓ S_z : Section de câble (mm^2)
- ✓ S_s : Section de sécurité (mm^2)
- ✓ K : Facteur de correction
- ✓ DV : Chute de tension, en (volt)
- ✓ b : Facteur d'utilisation des appareils
- ✓ P : Résistivité du conducteur en service normal (($\Omega \cdot \text{cm}$),)
- ✓ R_a : Résistance linéique par unité de longueur des câbles (Ω/km)
- ✓ X_a : Réactance linéique par unité de longueur des câbles (Ω/km)
- ✓ L : Longueur du conducteur (m)
- ✓ V_n : Tension simple (volt)

- ✓ U_n : Tension composée (V)
- ✓ L : Longueur de la canalisation, en mètre
- ✓ S : Section des conducteurs, en (mm^2)
- ✓ $\cos\phi$: Facteur de puissance
- ✓ $\sin(\phi)$:
- ✓ I_b : courant maximal d'emploi, en ampère(A)
- ✓ λ : Réactance linéique des conducteurs, en(Ω / m)
- ✓ U : Tension entre phase en (V)
- ✓ L : Longueur de la canalisation en (m)
- ✓ A : pour les circuits avec neutre (section neutre =section phase)
- ✓ C : Facteur de tension pris égal
- ✓ M : Facteur de charge pris égal
- ✓ V_n : Tension de l'installation entre phase et neutre (V)
- ✓ Z_a :Impédance amont du transformateur ramenée au secondaire
- ✓ Z_{cc} :Impédance totale de la boucle de défaut au point considéré (Ω)
- ✓ I_{cc} : Courant de court-circuit (A)
- ✓ U_{20} : Tension assignée
- ✓ I_n : Courant nominal (A)
- ✓ n :Nombre de barre (s) par phase
- ✓ I_z : le courant admissible (A)
- ✓ K_n : Facteur de correction du neutre chargé
- ✓ $\Delta\theta_{cc}$:Échauffement du au courant de court-circuit
- ✓ I_{th} : est le courant de court-circuit de courte durée
- ✓ T_k : durée du court-circuit de courte durée (1 à 3 s)
- ✓ δ :masse volumique du métal (cuivre : $1,83 \text{g/cm}^3$)
- ✓ S_j .
- ✓ ρ_{20} : résistivité du conducteur (cuivre : $1,83 \mu\Omega \text{ cm}$)
- ✓ C : chaleur spécifique du métal (cuivre : $0,091 \text{ kcal/daN}^\circ\text{C}$)
- ✓ S_n : Puissance assignée du transformateur (kVA).
- ✓ I_n :Courant assigné(A)
- ✓ U_1, U_2 : Tension primaire et secondaire du transformateur (V)
- ✓ I_1, I_2 : Courant primaire et secondaire du transformateur (V)
- ✓ N_1, N_2 : Nombre de spires au primaire et au secondaire du transformateur

Abréviations

- ✓ HT: Haute tension
- ✓ MT: Moyenne tension
- ✓ BT: Basse tension
- ✓ IEC: International Electrotechnical Committee
- ✓ THT : Très haute tension
- ✓ TBT : Très basse tension
- ✓ IEEE: Institute of Electrical and Electronics Engineers
- ✓ HTB : Haute Tension Classe B
- ✓ HTA : Haute Tension Classe A
- ✓ BTA : Basse Tension Classe A
- ✓ PEN : Les conducteurs de neutre et de protection
- ✓ TNC : Terre, Neutre confondu (Schéma de liaison à la terre)
- ✓ TNS : Terre, Neutre Séparer (Schéma de liaison à la terre)
- ✓ IT : Neutre isolé (Schéma de liaison à la terre)
- ✓ PH : Phase
- ✓ PdC : Pouvoir de coupure
- ✓ DDR : Disjoncteur Différentiel Résiduel
- ✓ DIN : Déclencheur instantané
- ✓ TGBT : Tableau Général Basse Tension
- ✓ FP: Facteur de puissance
- ✓ JdB : Jeu de Barres

Introduction Générale

Introduction générale

L'électricité est devenue un produit de consommation de première nécessité tant sur le plan domestique qu'industriel. La maîtrise de cette forme d'énergie est basée sur le choix judicieux des différents éléments électriques (câbles, disjoncteur, transformateurs, etc....), leur emplacement, dimension, élément de protections, ainsi que les dispositions d'entretiens, en vue de garantir au maximum la sécurité du matériel et surtout des personnes qui manipulent ce matériel.

Le dimensionnement d'une installation électrique est un art difficile dans la mesure où il nécessite de prendre en considération des impératifs techniques, normatifs, économiques, contractuels et stratégiques. La non-conformité à ces normes et critères pourrait occasionner des conséquences néfastes et indésirables se répercutant négativement sur le matériel et les personnes.

L'installation électrique et notamment celle d'une usine, nécessite un savoir-faire et des connaissances aussi bien théoriques que pratiques des lois et réglementations qui régissent cette énergie, mais aussi une maîtrise parfaite du choix de dimensionnement et protections afin de fournir des conditions économiques optimales à l'usine, en respectant les contraintes exigées par la sécurité, et en satisfaisant des exigences de disponibilité, fiabilité, qualité.

Notre travail consiste à exploiter les opportunités qu'offre l'exploitation du logiciel ECODIAL dans le domaine de dimensionnement électrique. Pour cela, nous nous sommes basé sur un travail fait précédemment, en utilisant le dimensionnement classique (sans logiciel), puis nous allons comparer les résultats trouvés par le logiciel avec ceux obtenus expérimentalement.

Le premier chapitre est consacré aux généralités sur les installations électriques dont nous avons touché les différentes sources de l'énergie électrique, les modes de distributions d'énergie, les équipements électriques, les normes et les différents régimes du neutre.

Le deuxième chapitre est destiné au dimensionnement de l'installation électrique. On a fait le bilan de puissance générale de l'installation ainsi que le choix de l'équipement. à la fin on a obtenu les définitifs résultats pour chaque équipement.

Le troisième chapitre est réservé pour la vérification des résultats par logiciel ECODIAL. Nous terminerons notre travail avec une conclusion générale.

Chapitre I

Généralité sur les installations
électriques

I.1. Introduction

Dans les installations industrielles, la continuité de la distribution de l'énergie électrique aux différents récepteurs et la minimisation des coûts de revient, exige un dimensionnement correct de chaque partie de l'installation : transformateurs, câbles, lignes, moteurs et organes de commande et de protection. [1]

I.2. Les modes de distribution de l'énergie électrique

Toute installation doit être convenablement divisée en plusieurs circuits afin de limiter les conséquences résultant d'un défaut survenant sur un circuit, cette division dépend du mode de distribution BT utilisé [2] :

- Le mode radial
- Le mode en peigne
- Le mode en boucle

I.2.1. Distribution radiale

C'est le mode le plus employé, il est conseillé systématiquement dans toute installation industrielle (Figure I.1).

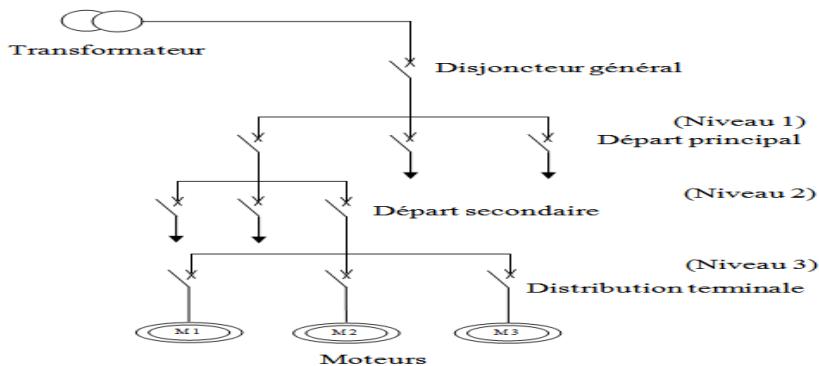


Figure I.1 : Distribution radiale

I.2.2. Distribution en peigne

Elle est surtout utilisée pour les installations peu étendues et de faible puissance (Figure I.2)

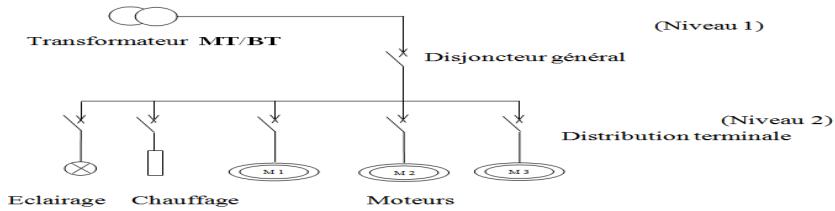


Figure I.2 : Distribution en peigne Avantages et inconvénient

I.2.3. Distribution en boucle

La distribution en boucle n'est pratiquement pas utilisée mais elle est très fréquente en Angleterre par exemple, pour les installations domestiques (dessertes de prise de courant) (Figure I.3).

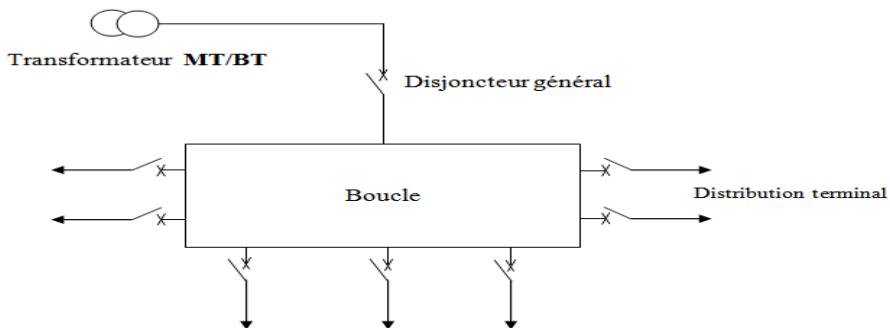


Figure I.3 : Distribution en boucle.

I.3. Les canalisations

Définition

Une canalisation est l'ensemble constitué par un ou plusieurs conducteurs électriques, les éléments assurant leur fixation et, le cas échéant, leur protection mécanique. Il ne faut pas confondre canalisation et circuit, le premier terme se référant aux conditions physiques de fixation et de protection mécanique, le second aux conditions de protection électrique. Ainsi, une canalisation peut comporter plusieurs circuits dans des conditions qui sont précisées. [3]

I.3.1. Types de canalisations

Les canalisations peuvent être de l'un des types suivants :

- **Câble unipolaire**

Un câble unipolaire est un conducteur isolé comportant plus d'une ou plusieurs gaines de protections.

- **Conducteur isolé**

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

- **Câble triphasé**

Un câble triphasé est l'ensemble de conducteurs électriquement distinct mais

I.3.2. Construction générale

Ame :

- **Caractéristiques électriques**

L'âme conductrice doit présenter une résistivité très faible pour éviter les pertes par effet joule, les métaux employés à cet effet sont généralement.

Le cuivre de résistivité à 35°C :

$$\rho = 22.5 \Omega \text{ mm}^2/\text{m}$$

L'aluminium de résistivité à 35°C:

$$\rho = 36 \Omega \text{ mm}^2/\text{m}$$

- **Caractéristiques mécaniques**

L'âme de conducteur doit être assez souple pour suivre la trace compliquée elle est dite câblée lorsqu'elle est formé de plusieurs assemblé en torons.

I.4. Les équipements électriques

I.4.1. Tableau général BT

Placé en aval et à proximité immédiate du transformateur MT/BT, comporte tous les départs vers le coffret ou l'armoire de chaque équipement principal. En cas d'incident, il assure également, grâce à des automatismes adéquats placés localement, le délestage des départs non secourus (catégories : quelques minutes, quelques heures) pour maintenir l'alimentation secourue du processus (catégories : sans interruption, quelques secondes) uniquement par la source de

secours indispensable, après séparation de la source normal.

Ce choix de structure permet donc aux TGBT de disposer localement des deux réseaux de puissance prévus, alimentés par les sources normale et de secours. [1]

I.4.2. Les transformateurs MT/BT et MT/MT

Pour la sécurité des intervenants, ces appareils, de préférence de type intérieur, doivent être entièrement isolés. De plus, pour assurer la sécurité incendie, ils doivent être placés en cabine ou en local séparé de celui où sont installés les TGBT. En résumé, pour améliorer ces dispositions, il est souhaitable de placer tous les équipements aux fonctions différentes dans des locaux séparés et de les connecter entre eux par des gaines de barres BT .

La puissance de dimensionnement de chaque transformateur doit être supérieure à celle réellement consommée au total, après l'application des coefficients taux d'utilisation (T_{ut}) et d'évolution (C_{ev}), et inférieure à celle installée. Cette fourchette de puissances permet, pour l'ensemble du site, de choisir la même valeur pour plusieurs appareils, afin de limiter le coût des pièces de rechange par cette standardisation. En outre, la possibilité de leur marche occasionnelle avec une surcharge de 10% facilite ce choix. [1]

I.4.3. Organes de coupure et tableaux électriques

Chaque récepteur ou groupe de récepteurs est doté d'un tableau de distribution d'énergie électrique qui regroupe les organes de coupure et les organes de commande, manuelle ou automatique, de son alimentation électrique.

I.4.3.1. Organes de coupure

Les fonctions des différents organes de coupure et leur position déterminent en grande partie les types à choisir, en vue d'assurer les fonctions suivants :

- ✓ La sécurité des personnes à l'aide d'un sectionneur simple, interrupteur-sectionneur ou bien sectionneur-fusible. Ces appareils sont condamnables par un dispositif de verrouillage, cadenas sable, qui rend alors toute manoeuvre impossible.
- ✓ La coupure en charge à l'aide d'un interrupteur-sectionneur, un interrupteur ou un disjoncteur. [1]

- ✓ La coupure en défaut, qui assure la protection des équipements en cas de surcharge ou de court-circuit, est réalisable par un fusible, un discontacteur ou un disjoncteur. Ils doivent donc être placés entre la source (qui alimente le défaut) et l'équipement à protéger, c'est-à-dire à l'amont de ce dernier et non pas à l'aval.

I.4.3.1.1. Le disjoncteur

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

➤ Les différents types de disjoncteur

On peut citer quatre types de disjoncteur :

- ✓ disjoncteur magnétothermique
- ✓ Disjoncteur différentiel
- ✓ Disjoncteur électrothermique
- ✓ Disjoncteur électromagnétique

I.4.3.1.2. Disjoncteur magnétothermique

Il peut assurer :

- ✓ La protection contre les surcharges par déclenchement thermique, ces déclencheurs sont caractérisés par leurs intensités nominales (I_n) et leurs courants de réglage thermique I_{rth} , sa courbe de déclenchement est donnée dans la Figure I.4 Avec : $I_{rth} < I_n$

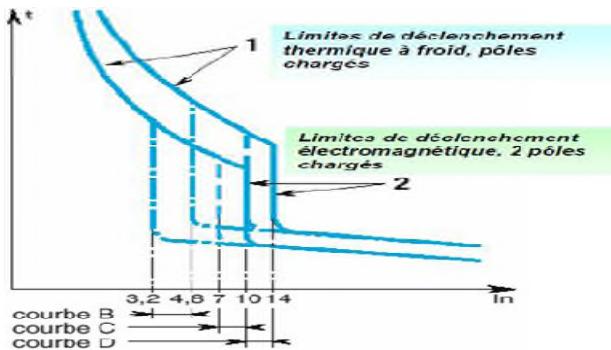


Figure I.4 : Courbe de déclenchement d'un disjoncteur :

I.4.3.1.3. Disjoncteur différentiel

Un disjoncteur différentiel (figure I.5) est un interrupteur différentiel réalisant également une protection en courant de court-circuit (surcharge).

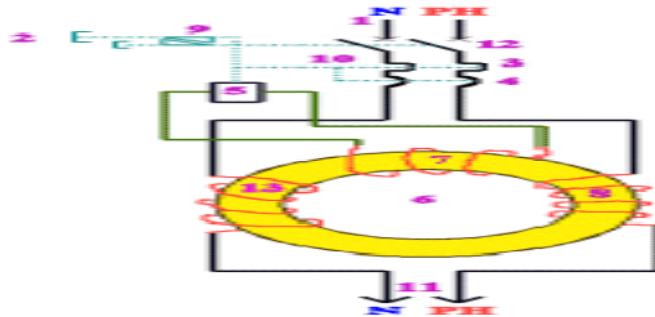


Figure I.5 : Disjoncteur différentiel.

I.4.3.1.4. Sectionneur

Sa fonction et d'assurer le sectionnement (séparation du réseau) au départ des équipements. Dans la plupart des cas il comporte des fusibles de protection. Le sectionneur n'a pas de pouvoir de coupure, il doit être manipulé à vide. Le pouvoir de coupure est le courant maximal qu'un appareil de sectionnement peut interrompre sans aucun endommagement. [5]

I.4.3.1.5. Les relais

Les relais de protection sont des appareils qui comparent en permanence les grandeurs électriques des réseaux (courant, tension, fréquence, puissance ...ect.) à des valeurs prédéterminées et qui donnent automatiquement des ordres logiques lorsque la grandeur surveillée atteint la valeur seuil de fonctionnement. Le rôle des relais de protection est de détecter tout phénomène anormal pouvant se produire sur un circuit électrique. [4]

I.4.3.1.6. Relais thermique

Le relais de protection thermique est destiné à la protection des circuits et des moteurs contre les surcharges, les coupures de phases et les démarriages trop longs des moteurs.

I.4.3.1.7. Relais magnétique

Le relais magnétique est destiné à la protection des circuits et des moteurs sans pointe de courant (départs, résistances) ou au contrôle des pointes de démarrage des moteurs à bagues. Il détecte les surintensités dépassant le niveau de réglage.

I.4.3.1.8. Fusibles

Le coupe circuit à fusible, est un appareil de connexion dont le rôle est d'ouvrir, par la fusion d'un ou de plusieurs de ses éléments conçus et calibrés à cette effet, le circuit dans lequel il est installé et d'interrompre le courant, lorsque celui-ci dépasse pendant un temps déterminé une valeur donnée. [4]

I.4.3.1.9. Le contacteur

Le contacteur est un appareil de commande capable d'établir ou d'interrompre le passage de l'énergie électrique. Il assure la fonction commutation. En technologie des systèmes automatisés ce composant est appelé pré-actionneur puisqu'il se trouve avant l'actionneur dans la chaîne des énergies. [5]

I.5. Tableaux d'énergie électriques

Leur position et leur type dans l'installation sont donc les suivantes :

- ✓ Au coffret ou à l'armoire d'alimentation des machines ou équipements, où est inséré un sectionneur simple manœuvrable de l'extérieur.
- ✓ Au TGBT :
 - Un disjoncteur en tête des départs BT, d'une part, pour chaque source et pour chaque liaison vers l'armoire d'alimentation des équipements, ainsi que vers les sources du contrôle commande.
 - Un disjoncteur à l'arrivée BT du transformateur

I.6. Câblage électrique

La distribution du courant électrique est assurée par des câbles. Ceux-ci partent du tableau de répartition et alimentent les prises électriques, les points d'éclairage, le chauffe-eau, etc. Un câble regroupe plusieurs fils électriques réunis au sein d'une même gaine protectrice.

Les câbles électriques sont généralement en cuivre, un métal considéré comme un excellent conducteur. Ce constat est a priori vrai sur les courtes distances, mais dès que la longueur devient importante, la perte par

Effet Joule (échauffement) n'est pas négligeable surtout pour de fortes intensités.

Une des caractéristiques électriques d'un métal est sa résistivité exprimée en ohm-mètre ($\Omega \cdot \text{m}$). Les meilleurs conducteurs électriques sont l'argent, le cuivre, l'or et l'aluminium, par contre l'air est un bon isolant, sa résistivité est d'environ $3.10^9 \Omega \cdot \text{m}$. La résistance \mathbf{R} d'un conducteur (aptitude à s'opposer à la conduction) est donnée par la formule :

ρ : Représente la résistivité

L : La longueur

S : La section

Donc, lorsque la longueur augmente, la résistance augmente et pour une intensité I donnée, la perte par échauffement $P=R \times I^2$ Augmente et si la chaleur dégagée est trop importante, le fil peut fondre.

Solution : La solution est d'augmenter la section **S**.

Remarque

Les pertes par effet Joule proviennent d'une résistance trop grande d'un conducteur qui peut être due à une longueur trop importante mais aussi à un mauvais contact au niveau d'une borne de raccordement.

I.6.1. Sections des câbles électriques

Le choix et la détermination de la section d'un conducteur se réalise en quatre étapes normalisées:

- ✓ La section doit supporter durant le temps de fonctionnement, l'échauffement admissible qui se produit en régime normal,
 - ✓ Elle doit aussi supporter, en cas de court-circuit, et durant le temps qui précède la réaction des protections, l'échauffement imposé par ce régime,

- ✓ La chute de tension provoquée par le passage du courant dans les conducteurs doit être compatible avec la tension existante au départ et celle souhaité à l'arrivée.
- ✓ Types de régime de neutre employés.

Une fois ces trois sections sont calculées on détermine quelle est la plus petite section normalisée appartenant au type de câble choisi qui satisfait simultanément les trois conditions ci-dessus.

La détermination de la section d'un câble se fait selon les trois critères suivants :

1. Calcul de la section technique.
2. Calcul de la section économique.
3. Calcul de la section sécuritaire.

a. Section technique et économique

La détermination de la section de l'âme d'un câble consiste à déterminer quelle est la plus petite section normalisée appartenant au type du câble choisi qui satisfait simultanément les conditions suivantes :

➤ Echauffement normal

La température de l'âme en fonction normal et permanent ne doit pas dépasser la température maximale acceptable par les matériaux constituant le câble retenu. Cette condition détermine une section que nous appellerons S_j .

➤ Chute de tension

La chute de tension, provoquée par le passage du courant dans les conducteurs, doit être compatible avec les tensions existantes au départ et souhaitées à l'arrivée. Cette condition détermine ce que nous appellerons S_Z .

b. Section de sécurité S_s

Elle intervient lors des défauts dans le cas du régime du neutre IT. Pour obtenir la section des conducteurs de phase il faut :

- ✓ Déterminer une lettre de sélection qui dépend du conducteur utilisé et de son mode de pose ;

- ✓ Déterminer le coefficient k qui caractérise l'influence des différentes conditions d'installation. Ce coefficient K s'obtient en multipliant les facteurs de corrections, K_1, K_2, K_3, K_n et K_s
- ✓ Le facteur de correction K_1 prend en compte le mode de pose ;
- ✓ Le facteur de correction K_2 prend en compte l'influence mutuelle des circuits placés côte à côte ;
- ✓ Le facteur de correction K_3 prend en compte la température ambiante et la nature de l'isolant ;
- ✓ Le facteur de correction du neutre chargé K_n . Selon la norme *NF C15-100* le facteur $K_n=0,84$;
- ✓ Le facteur de correction dit de symétrie K_s . Selon la norme *NF C15-105* le facteur K_s prend les valeurs suivantes :

$K_s = 1$: Pour 2 et 4 câbles par phase avec le respect de la symétrie.

$K_s = 0,8$: Pour 2,3 et 4 câbles par phase si non-respect de la symétrie.

I.6.2. Types de câbles

Le nom d'un câble, composé de chiffres et de lettres, indique entre autres la tension admissible, le matériau de la gaine, le nombre de fils qu'il contient et la présence ou non d'un fil de terre (respectivement lettre G ou X).

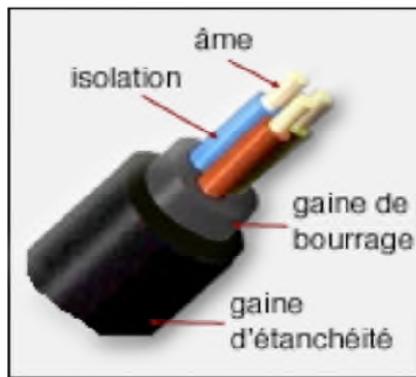


Figure I.6 : composition d'un câble électrique :

Le Comité Européen de Normalisation de l'Électrotechnique (CENELEC) a établi une nomenclature pour la normalisation des câbles sous la forme $naXXb-c$.

- ✓ **n** : nombre de conducteurs

- ✓ **XX** indique la tension nominale maximale en volts entre phase et terre, et entre phases
- ✓ **00** : 100/100
- ✓ **01** : 100/100 et 300/300
- ✓ **03** : 300/30
- ✓ **05** : 300/500
- ✓ **07** : 450/750
- ✓ **1** : 600/1000
- ✓ **b** : nature de l'isolant
- ✓ **R** : caoutchouc, **V** : PVC, **S** : caoutchouc silicone, **X** : polyéthylène réticulé (PR)
- ✓ **c** : nature de l'âme
- ✓ **U** : rigide en cuivre, **K** : souple en cuivre, **R** : multibrin rigide en cuivre. [3]

I. 7. Protection Electrique

I. 7. 1. Définition et rôle de la protection

Le rôle de protections d'un réseau électrique, est d'assurer la sécurité des personnes et des biens ainsi que la continuité de service, c'est à dire la permanence de l'alimentation des différents récepteurs. [6] [7]

Pour cela ces protections doivent pouvoir faire face à un certain nombre d'incidents inévitables :

- ✓ Surcharges.
- ✓ Conditions anormales de fonctionnement.
- ✓ Fausse manœuvres.
- ✓ Vieillissement et détérioration des isolants.

En bref un système de protection bien établi doit répondre aux exigences suivantes :

- ✓ Eliminer seule la partie affectée d'un défaut.
- ✓ Être rapide et préserver la stabilité du réseau et la continuité de fonctionnement.
- ✓ Avoir un comportement d'autonomie.
- ✓ Être fiable.

- ✓ Préserver la sécurité des personnes et des biens.

I.7. 2. Différent type de protection dans un poste source

I.7. 2. 1. Rôle de système de protection dans un poste

Le système de protection permet d'éviter les conséquences et les incidents qui peuvent être dangereux pour les personnes et pour le matériel. Pour cela ils doivent :

- ✓ Assurer la protection des personnes contre tout danger électrique.
- ✓ Limiter les contraintes thermiques, diélectriques et mécaniques auxquelles est soumis le matériel.
- ✓ Assurer la stabilité d'un réseau électrique. [8] [9]

I. 7. 2. 2. Qualités fondamentales d'une protection électrique

Une protection électrique se doit de posséder les qualités suivantes : [10]

- ✓ Rapidité.
- ✓ Sureté.
- ✓ Sécurité.
- ✓ Fiabilité.
- ✓ Sélectivité.
- ✓ Sensibilité.
- ✓ Disponibilité

I. 7. 2. 3. Protection de ligne HTB

La protection de ligne HTB peut être divisée en deux types principaux :

- ✓ **Protection principale à distance (relais de distance)** : A la capacité de détecter une panne à une distance prédéfinie sur une ligne de transport ou un câble d'alimentation depuis son Emplacement.
- ✓ **Protection différentielle (relais différentielle)** : Le système de protection des lignes, contient un appareil sur chaque côté de la ligne qu'on veut protéger à condition d'y avoir un moyen pour transmettre le signal entre les deux appareils comme câble pilote.

I. 7. 2. 4. Protection des départs HTA

✓ **Protection contre les défauts entre phases**

La protection contre les défauts entre phases est assurée par deux relais à d'intensités sensibles aux courants des deux phases. La protection contre les défauts polyphasés sera à deux seuils de réglage et de temporisation à temps constant.

✓ **Protection contre les défauts entre phases et terre** : La détection des défauts à la terre doit s'effectuer au niveau de chaque départ MT, à l'aide d'un relais de courant résiduel. Ce relais, est sensible en cas de défaut à la terre ou de la composante homopolaire du courant de défaut.

I. 7. 2. 5. Protection des lignes HTA contre les surcharges

- ✓ **Parafoudre** : Ce sont des appareils de protection contre les surtensions dues à la foudre directe ou indirecte. Ils ont pour rôle de limiter en éoulant à la terre le courant de foudre.
- ✓ **Éclateurs** : Les éclateurs sont destinés à protéger les lignes et les appareils (transformateur), ils ont pour rôle la protection contre les courts-circuits et la surcharge due à la foudre.

I. 7. 2. 6. Protection des jeux de barres

Les jeux de barres sont rarement le siège de défauts à cause de leurs petites longueurs et leurs petits diamètres. Mais il est nécessaire de prévoir leurs éliminations le plus rapidement possibles, car ils peuvent engendrer des dégâts importants comme ils peuvent déstabiliser une partie ou tout le réseau. La protection des jeux de barres peut être effectuée par une protection différentielle comme elle peut être effectuée par une protection de masse. [9] [11]

I.7.2.6.1 La Protection différentielle de jeu de barre

C'est la protection la plus utilisée pour protéger les jeux de barres car elle est très rapide et Sélective. Elle est la plus efficace pour garantir l'élimination sûre de tout défaut sur le jeu de barre. Son principe repose sur la comparaison entre le courant arrivant de la source et la somme des courants sortant par les départs. On dit que le jeu de barre est sain si la différence des courants est nulle, dans le cas contraire, il existe un défaut et l'appareil de coupure associé se déclenche. [9] [12]

I. 7. 2. 7. Protection d'un transformateur

Le transformateur est un élément particulièrement important sur le réseau. Il est nécessaire de le protéger efficacement contre tous les défauts susceptibles de l'endommager (surcharge court-circuit) qu'ils soient internes ou externes. [13]

- ✓ **Surchage** : On utilise une protection à image thermique pour le surveiller avec une meilleure sensibilité, l'élévation de la température et l'échauffement sont déterminés par simulation du dégagement de la chaleur en fonction du courant et de l'inertie thermique du transformateur.
- ✓ **Court-circuit** : Une protection de courant phase instantanée associée au disjoncteur situé au primaire du transformateur assure la protection court-circuit violents au primaire. Le seuil de courant est réglée à une valeur supérieure au courant du à un court-circuit au secondaire.

I. 8. Régime du neutre

I. 8. 1. Définition de régime du neutre

Le régime de neutre est la manière dont le neutre d'une installation est relié à la terre si celui-ci l'est effectivement. Il ne faut jamais confondre entre le régime neutre MT et BT. [14] [15]

I. 8. 2. Neutre MT

Le neutre MT, est la manière dont on connecte le point de neutre du secondaire du transformateur HTB/HTA et la condition d'exploitation d'entretien. Le système de neutre adopté doit être cohérent avec la structure du réseau MT (niveau de tension et longueur des départs et réseau souterrain ou aérien et densité de charge). [16]

I. 8. 3. Le neutre isolé

Il n'existe aucune liaison électrique entre le point neutre et la terre à l'exception des appareils de mesure ou de protection. Il est évident qu'il n'y ait aucun courant de défaut à la terre dans un système dont le neutre est véritablement isolé de la terre. C'est la principale raison de l'utilisation des systèmes d'alimentation sans mise à la terre car la grande majorité des défauts

dans un système d'alimentation sont les défauts à la terre. Les interruptions de service dues aux défauts sur un système sans mise à la terre seront ainsi considérablement réduites. [17]

I. 8. 4. Neutre mis à la terre par réactance

Une réactance est intercalée volontairement entre le point de neutre et la terre. Pour les réseaux de tension supérieure à 40 kV on préfère utiliser une réactance plutôt qu'une résistance pour des raisons dues au dégagement de chaleur en cas de défaut.

I. 8. 5. Neutre mis à la terre par résistance

Une résistance est intercalée volontairement entre le point neutre et la terre. [18]

I. 8. 6. Les différents régimes du neutre

La norme **CEI 364** et **NFC 15-100** définit trois régimes de neutre. Chaque schéma est défini par deux lettres :

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

- ✓ **T** : Liaison directe du point neutre à la terre
- ✓ **I** : Point neutre, soit isolé de la terre, soit relié à la terre par une impédance de valeur élevée.

La deuxième lettre : définit le mode de raccordement des masses de l'installation électrique :

- ✓ **T** : Les masses sont interconnectées et reliées directement à la terre indépendamment de la mise à la terre éventuelle du point neutre.
- ✓ **N** : Les masses sont reliées directement au conducteur neutre.

I. 8. 7. Régime du neutre IT

Le neutre est isolé ou relié à la terre par une impédance de valeur élevée (première lettre I), une impédance de 1700 W est fréquemment employée. Les masses des récepteurs sont interconnectées soit totalement soit par groupes. Chaque groupe interconnecté est relié à une prise de terre (deuxième lettre T). Il est possible qu'une ou plusieurs masses soient reliées séparément à la terre.

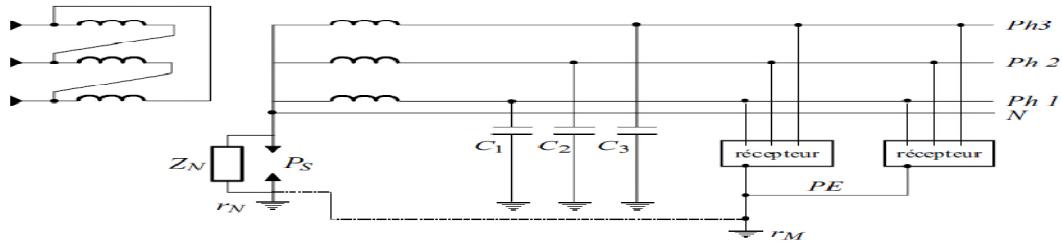


Figure I.7: neutre isolé ou impédant (schéma IT) en basse tension.

I. 8. 8. Régime de neutre TT

Le point neutre est relié directement à la terre (première lettre *T*). Les masses des récepteurs sont interconnectées, soit toutes ensembles soit par groupes soit individuellement et sont reliées à la terre (deuxième lettre *T*). La protection est assurée au moyen de dispositifs différentiels résiduels. Toutes les masses protégées par le même dispositif de protection doivent être reliées à la mise à la terre. La prise de terre du neutre et celle des masses peuvent ou non être interconnectées ou confondues. Le neutre peut être distribué ou non. [18]

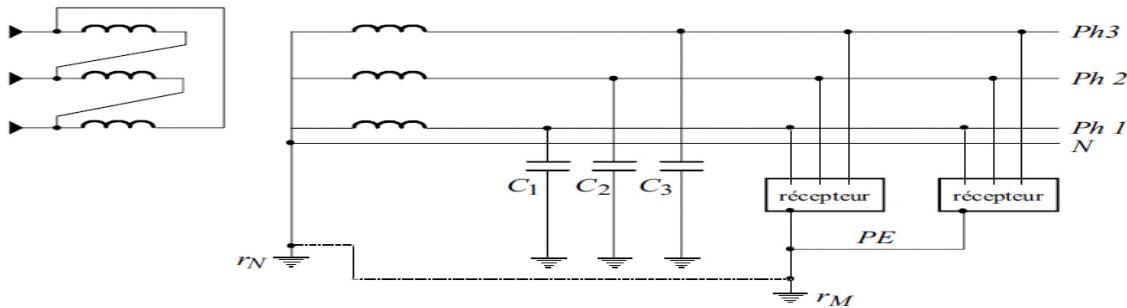


Figure I.8: neutre mis directement à la terre (schéma TT) en basse tension :

I. 8. 9. Régime de neutre TN

Le point neutre est relié directement à la terre (première lettre *T*). Les masses des récepteurs sont reliées au conducteur neutre (deuxième lettre *N*). On distingue deux schémas possibles suivant que le conducteur neutre (N) et le conducteur de protection (PE) sont confondus ou non.

Premier cas : les conducteurs de neutre et de protection sont confondus en un seul conducteur appelé PEN. Le schéma est identifié par une troisième lettre *C* est noté TNC, il est recommandé de relier le PEN régulièrement à la terre afin de limiter son niveau de potentiel par rapport au sol,

ce schéma est interdit pour les sections inférieures à 10 mm² cuivre et 16mm² aluminium ainsi que pour les canalisations mobiles. Il est également interdit en aval d'un schéma TNS.

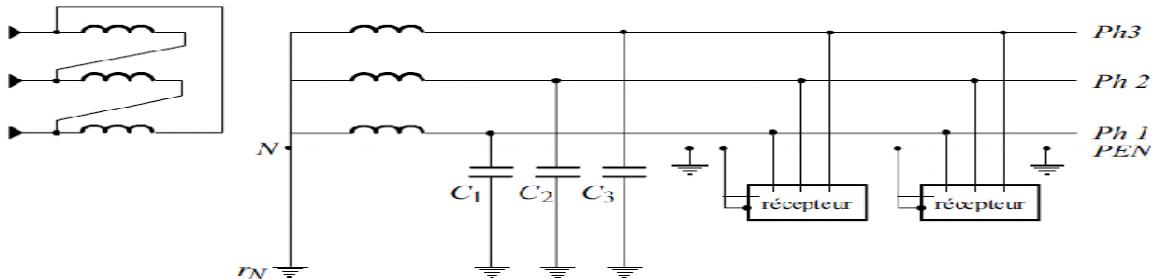


Figure I.9 : schéma TNC :

Deuxième cas : Le conducteur de neutre et le conducteur de protection sont séparés. Le schéma est alors identifié par la troisième lettre S et est noté TNS, des prises de terre doivent être réparties uniformément le long du conducteur de protection. En TN ce schéma est obligatoire pour des sections inférieures à 10 mm² cuivre ou 16mm² aluminium ainsi que pour les canalisations mobiles. Il est interdit en amont d'un schéma TNC.

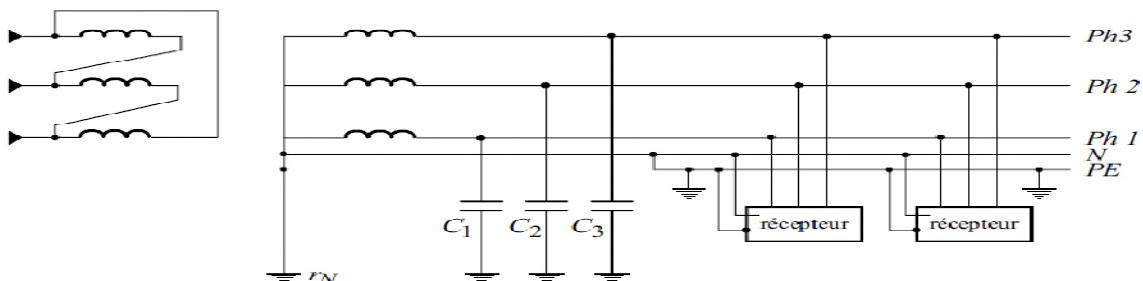


Figure I.10: schéma TNS.

I. 9. LES NORMS

I. 9. 1. La Normalisation

Il existe en réalité trois normalisations en électricité :

- ✓ Internationale : La CEI.
- ✓ Européenne : Le CENELEC.
- ✓ Française : L'UTE.

Lesquelles élaborent plusieurs types de documents :

- ✓ Publications ou recommandations de la CEI.

- ✓ Documents d'harmonisation (HD) ou normes européennes (EN) du CENELEC.
- ✓ Normes homologuées et normes enregistrées de l'UTE laquelle édite également des guides ou publications UTE (qui ne sont pas des normes).

Il existe deux grandes familles de normes qui visent d'une part la construction du matériel électrique et d'autre part la réalisation des installations électriques. Les principales normes de réalisation sont :

- ✓ La NFC 15-100 : Installations électriques à basse tension.
- ✓ La NFC 13-100 : Postes de livraison.
- ✓ La NFC 13-200 : Installations électriques à haute tension.
- ✓ La NFC 14-100 : Installations de branchement (basse tension).

Parmi les normes de conception beaucoup plus nombreuses citons en particulier :

- ✓ La NFC 20-010 : Classification des degrés de protection procurés par les enveloppes
- ✓ La NFC 20-030 : Règles de sécurité relatives à la protection contre les chocs électriques.

Une marque de conformité est gravée sur les appareils, un appareil conforme à une norme est un gage de sécurité. [19]

I.9. 2. Organisme de normalisation

Exemple d'organisme de normalisation :

- ✓ AFNOR : Association Française de Normalisation.
- ✓ UTE : Union Technique de l'électricité.
- ✓ CEI : Commission Electrotechnique Internationale.
- ✓ CENELEC : Comité Européen de Normalisation Electrotechnique. [20]

Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons présenté des généralités. Nous avons évoqué la démarche à suivre, les précautions, les dispositifs de sécurité et les différentes normes concernant les installations électriques. Le chapitre suivant concerne le dimensionnement de l'installation choisie.

Chapitre II

Dimensionnement de l'installation électrique

II.1. Introduction

La rentabilité d'une installation industrielle est directement liée à la disponibilité de l'outil de production, les réseaux électriques livrent l'énergie nécessaire au fonctionnement de l'outil de production. Ainsi, la continuité d'alimentation des récepteurs est recherchée dès la conception duréseau, notre travaille c'est d'assurer cette continuité de service en faisant un dimensionnement adéquat pour cette usine.

Notre objectif est de déterminer l'installation électrique satisfaisant les exigences du processus Industriel au moindre cout d'investissement d'exploitation et de défaillance avec une bonne continuité de service.

II.2.Présentation du projet

II.2.1. Schéma unifilaire

Toute exploitation d'une installation électrique a besoin d'avoir un plan de passage des conducteurs et de distribution.

A cet effet, il est utile de prendre un schéma unifilaire de l'installation, dans lequel on distingue :

- ✓ Les plans de cheminement des câbles
 - ✓ Les plans d'implantation des équipements
 - ✓ Les plans de câblage des armoires et coffrets

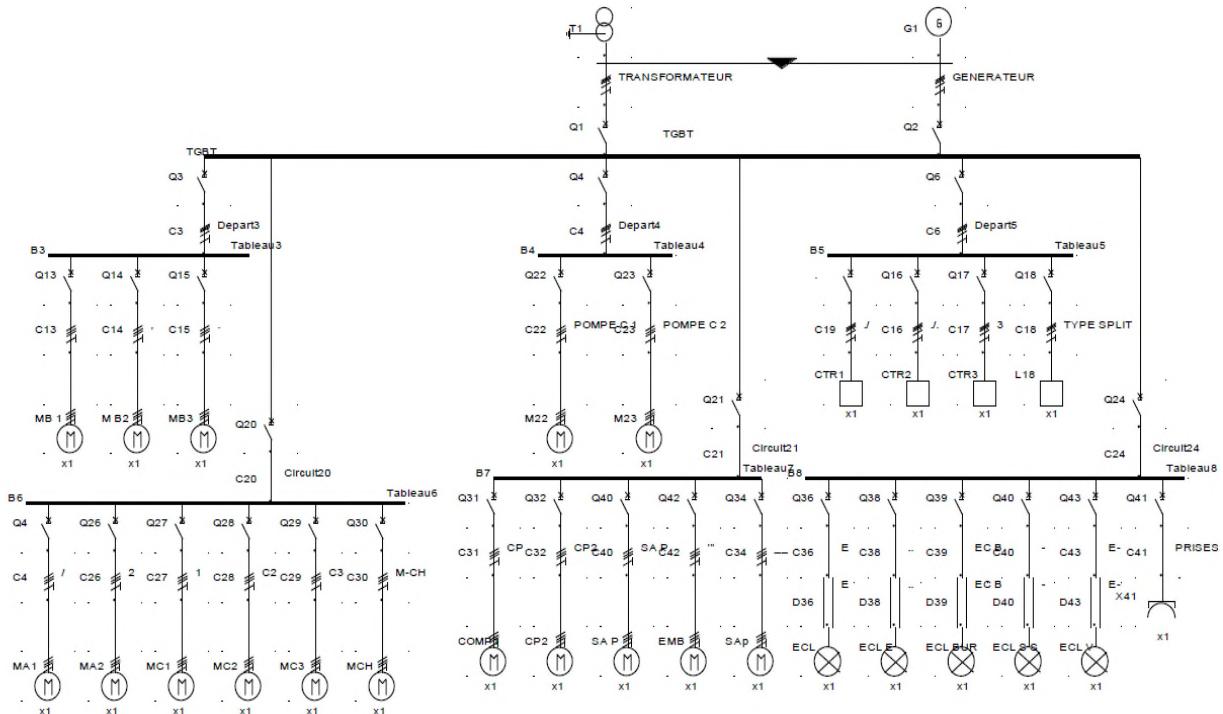


Figure II-01 : Schéma unifilaire de l'installation.

II.2.2. Identification des différents circuits électriques du site

RECEPTEUR	QUANTITE	U[v]	Pn[W]	In[A]	Cosφ	L[m]
Alimentation force machines						
Départ N° 01						
Machine A N°1	1	400	37000	66.75612488	0.8	20
Machine A N°2	1	400	37000	66.75612488	0.8	25
Machine C N°1	1	400	10000	16.98089027	0.85	40
Machine C N°2	1	400	10000	16.98089027	0.85	35
Machine C N°3	1	400	10000	16.98089027	0.85	45
Monte-charge	1	400	18000	32.47595264	0.8	15
Départ N° 02						
Compresseur N°1	1	400	37000	66.75612488	0.8	20
Compresseur N°2	1	400	45000	81.1898816	0.8	10
Scie à panneau	1	400	52000	93.8194184	0.8	08
Emballuse	1	400	52000	107.6345859	0.7	12
Emballuse	1	400	52000	107.6345859	0.7	12
Départ N° 03						
Machine B N°1	1	400	75000	144.3375673	0.75	25
Machine B N°2	1	400	75000	144.3375673	0.75	25
Machine B N°3	1	400	75000	144.3375673	0.75	25
Station de pompage						
Départ N° 04						
Pompe centrifuge N°1	1	400	45000	81.1898816	0.8	30
Pompe centrifuge N°2	1	400	90000	162.3797632	0.8	30
Système de climatisation						
Départ N° 05						
System type roof top N°1	1	400	52000	93.81941874	0.8	10
System type roof top N°2	1	400	52000	93.81941874	0.8	10
System type roof top N°3	1	400	52000	93.81941874	0.8	10
Type split système	10	400	35000	631.4768569	0.8	/
Eclairages et prises de courant						
Départ N° 06						
Éclairage hangar	100	230	3600	5.196152423	1	75
Éclairage extérieur	20	230	5000	7.21687365	1	120

Éclairage bureau	10	230	1440	2.078460969	1	25
Éclairage salle de stock	10	230	720	1.03923048	1	20
Éclairage vestiaire	8	230	576	0.831384388	1	10
Prises salle de stock	2	230	3520	5.080682369	1	15
Prises vestiaire	4	230	3520	5.080682369	1	20
Prises bureau	60	230	35200	50.80682369	1	80
Prises hangar	30	230	3520	5.080682369	1	90
Prises extérieur	14	230	350	5.080682369	1	40

Tableau II.01: Identification des différents circuits électriques du site.

II.2.3. Calcul de la puissance installé du TGBT

RECEPTEUR	QUANTITE	U[v]	Pn[W]	In[A]	Cosφ	Qn[vAR]	Sn[vA]
Départ N° 01							
Machine A N°1	1	400	37000	66.75612488	0.8	27750	46250
Machine A N°2	1	400	37000	66.75612488	0.8	27750	46250
Machine C N°1	1	400	10000	16.98089027	0.85	6197.443384	11764.70588
Machine C N°2	1	400	10000	16.98089027	0.85	6197.443384	11764.70588
Machine C N°3	1	400	10000	16.98089027	0.85	6197.443384	11764.70588
Monte-charge	1	400	18000	32.47595264	0.8	13500	22500
Départ N° 02							
Compresseur N°1	1	400	37000	66.75612488	0.8	27750	46250
Compresseur N°2	1	400	145000	81.1898816	0.8	33750	56250
Scie à panneau	1	400	52000	93.81941874	0.8	39000	65000
Emballuse	1	400	52200	107.6345859	0.7	53254.652	74571.42857
Emballuse	1	400	52200	107.6345859	0.7	53254.652	74571.42857
Départ N° 03							
Machine B N°1	1	400	75000	144.3375673	0.75	66143.78278	100000
Machine B N°2	1	400	75000	144.3375673	0.75	66143.78278	100000
Machine B N°3	1	400	75000	144.3375673	0.75	66143.78278	100000
Départ N° 04							
Pompe centrifuge N°1	1	400	45000	81.1898816	0.8	33750	56250
Pompe centrifuge N°2	1	400	90000	162.3797632	0.8	67500	112500
Départ N° 05							
System type roof top N°1	1	400	52000	93.81941874	0.8	39000	65000
System type roof top N°2	1	400	52000	93.81941874	0.8	39000	65000
System type roof top N°3	1	400	52000	93.81941874	0.8	39000	65000
type split système	10	400	35000	63.14768569	0.8	26250	43750
Départ N° 6							
éclairage hangar	100	400	3600	5.196152423	1	00	3600
éclairage extérieur	20	400	5000	7.216878365	1	00	5000
éclairage bureau	10	400	1440	2.078460969	1	00	1440

éclairage salle de stock	10	400	720	1.039230485	1	00	720
éclairage vestiaire	8	400	576	0.831384388	1	00	576
Prises salle de stock	2	400	3520	5.080682369	1	00	3520
Prises vestiaire	4	400	3520	5.080682369	1	00	3520
Prises bureau	60	400	35200	50.80682369	1	00	35200
Prises hangar	30	400	3520	5.080682369	1	00	3520
Prises extérieur	14	400	3520	5.080682369	1	00	3520
Pn totale	972016						
Qn totale	737532.9852						
Sn totale	1220151.632						
In totale	1782.645419						

Tableau II-02 : Bilan de puissance installé de l'installation.

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

Charge	S(kVA)
TGBT	1220 ,151632

II.2.4 Calcul de la puissance d'utilisation du TGBT

II.2.4.1. Les équations de calcul

✓ La puissance d'utilisation

Exemple de calcul

$$P_n = 0.75 \times 37000 = 27750 \text{ (W)}$$

✓ La puissance réactive d'utilisation

Exemple de calcul

$$Q_u = 0.75 \times 27750 = 20812.5 \text{ (VAR)}$$

✓ La puissance apparente d'utilisation

Exemple de calcul

$$S_u = \sqrt{27750^2 + 20812.5^2} = 34687.5 \text{ (VA)}$$

✓ Courant d'emploi

Exemple de calcul

$$I_b = \frac{34687.5}{400 \times \sqrt{3}} = 50.06 \text{ (A)}$$

✓ La puissance d'utilisation totale

$$P_{u\text{Total}} = k_s \times \sum P_u$$

RECEPTEUR	QUANTITE	Ku	Ks	Pu(W)	Qu(VAR)	Su(VA)	Ib(A)
Départ N° 01							
Machine A N°1	1	0.75	/	27750	20812.5	34687.5	50.06709366
Machine A N°2	1	0.75	/	27750	20812.5	34687.5	50.06709366
Machine C N°1	1	0.75	/	7500	4648.0825	8823.5294	12.7356677
Machine C N°2	1	0.75	/	7500	4648.0825	8823.5294	12.7356677
Machine C N°3	1	0.75	/	7500	4648.0825	8823.5294	12.7356677
Monte-charge	1	0.75	/	13500	10125	16875	24.35696448
Totale	Ks= 0.7			64050	45985.973	78904.412	113.8887084
Départ N° 02							
Compresseur N°1	1	0.75	/	27750	20812.5	34687.5	50.06709366
Compresseur N°2	1	0.75	/	33750	25312.5	42187.5	60.8924112
Scie à panneau	1	0.75	/	39000	29250	48750	70.36456406
Emballuse	1	0.75	/	39150	39940.989	55928.571	80.72593943
Emballuse	1	0.75	/	39750	39940.989	55928.571	80.72593943
Totale	Ks= 0.8			143040	124205.58	189985.71	274.2207582
Départ N° 03							
Machine B N°1	1	0.75	/	56250	49607.837	75000	108.2531755
Machine B N°2	1	0.75	/	56250	49607.837	75000	108.2531755
Machine B N°3	1	0.75	/	56250	49607.837	75000	108.2531755
Totale	Ks= 0.9			151875	133941.16	202500	292.2835738
Départ N° 04							
Pompe centrifuge N°1	1	0.75	/	33750	25312.5	42187.5	60.8924112
Pompe centrifuge N°2	1	0.75	/	67500	50625	84375	121.7848224
Totale	Ks= 0.9			91125	68343.75	113906.25	164.4095102
Départ N° 05							
System type roof top N°1	1	1	/	52000	39000	65000	93.81941874
System type roof top N°2/	1	1	/	52000	39000	65000	93.81941874
System type roof top N°3	1	1	/	52000	39000	65000	93.81941874
type split système	10	1	1	35000	26250	43750	63.14768569

Totale	Ks= 0.8			152800	114600	191000	275.6847535
Départ N° 6							
éclairage hangar	100	1	/	3600	0	3600	5.196152423
éclairage extérieur	20	1	/	5000	0	500	7.216878365
éclairage bureau	10	1	/	1440	0	1440	2.078460969
éclairage salle de stock	10	1	/	720	0	720	1.039230485
éclairage vestiaire	8	1	/	576	0	576	0.831384388
Totale éclairage				11336	0	1336	16.36210663
Prises salle de stock	2	1	0.55	1936	0	1936	2.794375303
Prises vestiaire	4	1	0.325	1936	0	1936	2.794375303
Prises bureau	60	1	0.6	19360	0	19360	2.794375303
Prises hangar	30	1	0.6	1936	0	1936	2.794375303
Prises extérieur	14	1	0.6	1936	0	1936	2.794375303
Totale prises	Ks= 0.8			21683.2	0	27104	39.12125424
Totale	Ks= 0.7			23113.44		38440	55.48336087
Pn totale	438.20289	Ks= 0.7					
Qn totale	340.953526						
Sn totale	555.221296	Ks= 0.7					
Ib	801.392873						

Tableau II-03 : Bilan de puissance utilisé de l'installation.

Charge	PU [kW]	QU [kVAR]	SU [kVA]	Ib[kA]
TGBT	438,20289	340,953526	555,221269	8,01392873

Tableau II-04: La charge totale du TGBT.

Pour notre installation on prend un facteur d'extension égale à 1.2

Charge	Pu[kW]	Qu[kVAR]	Su[kVA]	Ib[A]
TGBT	525,84289	409,144231	666,265523	961,671447

Tableau II-04: La charge totale du TGBT.

II.2.5. Détermination du facteur de puissance totale de l'installation

Le facteur de puissance est un indicateur de la qualité de la conception et de la gestion d'une installation électrique. Il repose sur deux notions très basiques : les puissances active et apparente.

La puissance active P (kW) est la puissance réelle transmise à des charges telles que moteurs, lampes, appareils de chauffage, ordinateurs. La puissance active est transformée en énergie mécanique, chaleur ou lumière.

La puissance apparente est la base du dimensionnement de l'équipement électrique.

Le facteur de puissance $\cos \varphi$ est le rapport de la puissance active P (kW) sur la puissance apparente S (kVA)

Charge	PU [kW]	SU [kVA]	$\cos \varphi$
TGBT	525,84289	666,265523	0.789

Tableau II-05 : Facteur totale de puissance de l'installation.

II.2.6. Choix et Dimensionnement 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.

Après avoir effectué le bilan de puissance utilisé on est arrivé à déterminer la puissance totale utilisée par l'installation de notre usine qui va nous permettre d'après (le tableau N°9 de l'annexe) de déterminer le transformateur de puissance normalisée adéquat à notre installation.

Le choix du transformateur se portera sur le transformateur 800 KVA.

II.2.6.a. Calcul du rapport de transformation

On utilise la formule suivante pour le calcul du rapport de transformation, tout en supposant que le primaire et le secondaire ont le même couplage :

$$m = \frac{U_2}{U_1} = \frac{I_1}{I_2} = \frac{N_2}{N_1} \dots \dots \dots \text{ (II.05)}$$

Avec : U_1, U_2 : Tension primaire et secondaire du transformateur ;

I_1, I_2 : Courant primaire et secondaire du transformateur ;

N_1, N_2 : Nombre de spires au primaire et au secondaire du transformateur.

$$m = \frac{U_2}{U_1} = \frac{400}{30000} = 0.01333 \dots \dots \dots \text{ (II.06)}$$

, le rapport de transformation donc égal à $m=0.01333$

II.2.6.b. Calcul du courant secondaire

Le courant assigné du transformateur, côté BT, est déterminé par l'expression :

$$I_n = \frac{S_n \times 10^3}{\sqrt{3} U_{20}} = \frac{800 \times 10^3}{\sqrt{3} \times 400} = 1154.701 \text{ A} \dots \dots \dots \text{ (II.07)}$$

S_n = Puissance assignée du transformateur (kVA).

U_{20} = Tension assignée secondaire (à vide) du transformateur (V).

I_n = Courant assigné du transformateur, côté BT (valeur efficace) (A).

Donc, le courant secondaire du transformateur égal à : $I_2=1154.701$ A

II.2.6.c. Calcul du courant primaire

$$m = \frac{I_1}{I_2} \rightarrow I_1 = m \times I_2 = 15.392 \text{ A} \dots \dots \dots \text{(II.08)}$$

Donc, le courant primaire du transformateur égal à : $I_1=15.392$ A

II.2.6.d. Détermination de U_{cc}

Pour le transformateur de distribution (norme **NBN - HD 428 1 S1**), Ucca des valeurs normalisées. (Voir le tableau N°1 de l'annexe).

La tension de court-circuit $U_{cc}= 6\%$, pour notre transformateur ce qui nous donne une tension de court-circuit en volt de $U_{cc}=24$ V.

$$R_t = 3.3 \text{ m}\Omega \cdot X_t = 10 \text{ m } \Omega$$

Après avoir effectué le bilan de puissance, les caractéristiques du transformateur nécessaire

Pour notre installation sont présentées dans le tableau ci-dessous.

Caractéristiques du Transformateur	Puissance apparente [kVA]	Tension primaire [kV]	Tension secondaire [V]	Courant primaire [A]	Courant secondaire [kA]	Rapport de transformatio n	Tension de courtcircuit en %
Résultats	800	30	400	15.392	1.154701	0.01333	6

Tableau II-06 : Caractéristique du transformateur nécessaire pour l'installation.

II.3. Dimensionnement et choix de l'équipement

II.3.1. Détermination des sections de conducteurs en moyenne tension

II.3.1.1. Principe de la méthode

La méthode de détermination de la section des conducteurs en moyenne tension consiste à :

- ✓ déterminer le courant maximal d'emploi I_B des récepteurs à alimenter
- ✓ déterminer la section S_1 satisfaisant l'échauffement de l'âme du câble en régime de fonctionnement normal, qui peut être permanent ou discontinu. Cette étape nécessite la connaissance :

- ✓ des conditions d'installation réelles de la canalisation, par conséquent du facteur de correction global f
- ✓ des valeurs des courants admissibles des différents types de câble dans les conditions standards d'installation.
- ✓ déterminer la section S_2 nécessaire à la tenue thermique du câble en cas de court-circuit triphasé
- ✓ déterminer la section S_3 nécessaire à la tenue thermique de l'écran du câble en cas de court-circuit à la terre
- ✓ vérifier éventuellement la chute de tension dans la canalisation pour la section retenue. La section technique S à retenir est la valeur maximale parmi les sections S_1, S_2 et S_3 .
- ✓ éventuellement, calculer et choisir la section économique. [3]

II.3.1.2. Détermination du courant d'emploi I_b

Dans le cas d'une canalisation qui alimente un seul récepteur (moteur, four, transformateur ...) le courant d'emploi I_b égale au courant assigné de l'appareil.

Dans notre cas on a le courant $I_b = 15.392$ A.

II.3.1.3. Détermination de la section S_1 satisfaisant l'échauffement

La pose enterrée directement (câbles armés) correspond au mode de pose S_1 (voir tableau N°2 de l'Annexe).

- ✓ Mode de pose $f_0 = 1$ (Tableau N°2 de l'Annexe)
- ✓ Température du sol (voir tableau N°3 de l'Annexe) : $f_2 = 0,93$
- ✓ Facteurs de correction pour des résistivités thermiques du sol $f_3 = 1$ (voir tableau N°4 de l'Annexe)
- ✓ Facteurs de correction pour groupement de plusieurs canalisations (câbles enterrés) $f_4 = 0,6$.
- ✓ Le facteur de correction global est : $f = 0,93 \times 0,6 = 0,558$.

Le courant équivalent que le câble doit pouvoir véhiculer dans les conditions standards d'installation est :

$$I_z = \frac{I_b}{f} = \frac{15.392}{0.558} = 27.584 \text{ A}$$

II.3.1.4. Vérification des contraintes thermiques S_2

L'impédance du transformateur Z_{t1} est : [3]

$$Z_{t1} = \frac{U_n^2}{S_n} \times \frac{U_{cc}}{100} = \frac{400^2}{800 \times 10^3} \times \frac{6}{100} = 0.012 \Omega \quad \dots \dots \dots \quad (\text{II.09})$$

Le courant de court-circuit maximal est donc :

$$I_{cc} = 1.1 \times \frac{U_n}{Z_{tr} \times \sqrt{3}} = 1.1 \times \frac{400}{0.012 \times \sqrt{3}} = 3.048 \text{ KA} \quad \dots \dots \dots \quad (\text{II.10})$$

La section des conducteurs satisfaisant à la contrainte du court-circuit est :

$$S_2 \geq \frac{I_{cc}}{K} \times \sqrt{t} \quad \dots \dots \dots \quad (II.11)$$

Icc : courant de court-circuit maximal

$t=1$ s : durée du court-circuit

k=143 : coefficient correspondant à un conducteur en cuivre isolé au PR dont la valeur est donnée dans le (tableau N°6 de l'annexe)

D'où

$$S_2 \geq 22mm^2$$

La section minimale à retenir est donc $S_2 = mm^2$.

II.3.1.5. Vérification des chutes de tensions

La chute de tension est donnée par la formule :[3]

$$L=100 \text{ m}; S=25 \text{ mm}^2; \lambda=0.15 \times 10^{-3} \Omega/\text{m}; I_b=15.39 \text{ A}; \rho_1=0.0036 \Omega \text{mm}^2/\text{m}$$

On suppose que la charge du câble a un ($\cos \varphi = 0.8$) ($\sin \varphi = 0.6$)

D'où

$$\Delta U = (0.036 \times \frac{100}{25} \times 0.8 + 0.15 \times 100 \times 0.6) \times 15.39 = 140V$$

La chute de tension est acceptable.

RECEPTEUR	Iz[A]	Cosφ	Sinφ	L[Km]	X[Ω]	R[Ω]	ΔU[V]	ΔU[%]	S(mm ²)
Départ N° 01									
Machine A N°1	66.76	0.8	0.6	0.02	0.0018	0.0064286	0.71952	0.17988	70
Machine A N°2	66.76	0.8	0.6	0.025	0.00225	0.0080357	0.8994	0.22485	70
Machine A N°1	16.98	0.85	0.5	0.04	0.0036	0.36	9.05578	2.26394	2.5
Machine A N°2	16.98	0.85	0.5	0.035	0.00315	0.315	7.9238	1.98095	2.5
Machine A N°3	16.98	0.85	0.5	0.045	0.00405	0.405	10.1877	2.54694	2.5
Monte-charge	32.48	0.8	0.6	0.015	0.00135	0.084375	3.84244	0.96061	4
Total Départ	216.9	0.8	0.6	0.003	0.000252	0.0006632	0.25615	0.06404	95
Départ N° 02									
Compresseur N°1	66.76	0.8	0.6	0.02	0.0018	0.028125	2.72644	0.68161	16
Compresseur N°2	81.19	0.8	0.6	0.01	0.0009	0.0140625	1.65797	0.41449	16
Scie à panneau	93.82	0.8	0.6	0.008	0.00072	0.0072	1.0062	0.25155	25

Emballuse	107.6	0.7	0.7	0.012	0.00108	0.0108	1.55319	0.3883	25
Emballuse	107.6	0.7	0.7	0.012	0.00108	0.0108	1.55319	0.3883	25
Total Départ	457	0.8	0.6	0.003	0.000252	0.00021	0.25268	0.06317	300
Départ N° 03									
Machine B N°1	151.9	0.75	0.7	0.025	0.00225	0.01125	2.61196	0.65299	50
Machine B N°1	144.3	0.75	0.7	0.025	0.00225	0.01125	2.48143	0.62036	50
Machine B N°1	144.3	0.75	0.7	0.025	0.00225	0.01125	2.48143	0.62036	50
Total Départ	440.6	0.75	0.7	0.002	0.00018	0.00015	0.17671	0.04418	300
Départ N° 04									
Pompe centrifuge N°1	81.19	0.8	0.6	0.03	0.0027	0.0421875	4.97391	1.24348	16
Pompe centrifuge N°2	162.4	0.8	0.6	0.03	0.0027	0.0135	3.49312	0.87328	50
Total Départ	243.6	0.8	0.6	0.002	0.00018	0.000375	0.17212	0.04303	120
Départ N° 05									
System type roof top N°1	93.82	0.8	0.6	0.01	0.0009	0.009	1.25775	0.31444	25
System type roof top N°2	93.82	0.8	0.6	0.01	0.0009	0.009	1.25775	0.31444	25
System type roof top N°3	93.82	0.8	0.6	0.01	0.0009	0.009	1.25775	0.31444	25
Typesplit système	63.15	0.8	0.6	0.01	0.0009	0.0140625	1.28953	0.32238	16
Total Départ	344.6	0.8	0.6	0.002	0.00018	0.0002432	0.18061	0.04515	185
Départ N° 06									
Éclairage hangar	5.796	1	0	0.075	0.00675	1.125	10.125	2.53125	1.5
Éclairage extérieur	7.217	1	0	0.12	0.0108	1.08	13.5	3.375	2.5
Éclairage bureau	2.078	1	0	0.025	0.00225	0.375	1.35	0.3375	1.5
Éclairage salle de stock	1.093	1	0	0.02	0.0018	0.3	0.54	0.135	1.5
Éclairage vestiaire	0.831	1	0	0.01	0.0009	0.15	0.216	0.054	1.5
Prises salle de stock	16	1	0	0.03	0.0024	0.0071053	0.19691	0.04923	95
Prises vestiaire	16	1	0						
Prises bureau	160	1	0						
Prises hangar	16	1	0						
Prises extérieur	16	1	0						
Total Départ	240.4	1	0	0.003	0.000252	0.00042	0.17485	0.04371	150
Départ principale TGBT	1155	0.95	0.3	0.002	0.000135	5.354E-5	0.18609	0.04652	630

Tableau II-07 : Vérification des chutes de tensions.

II.4.Choix de la section technique

On a $S_1 = 16 \text{ mm}^2$ et $S_2 = 25 \text{ mm}^2$ donc on prend la section technique $S = 25 \text{ mm}^2$

II.4.1.Détermination des sections de conducteurs en basse tension

II.4.2.Principe de calcul

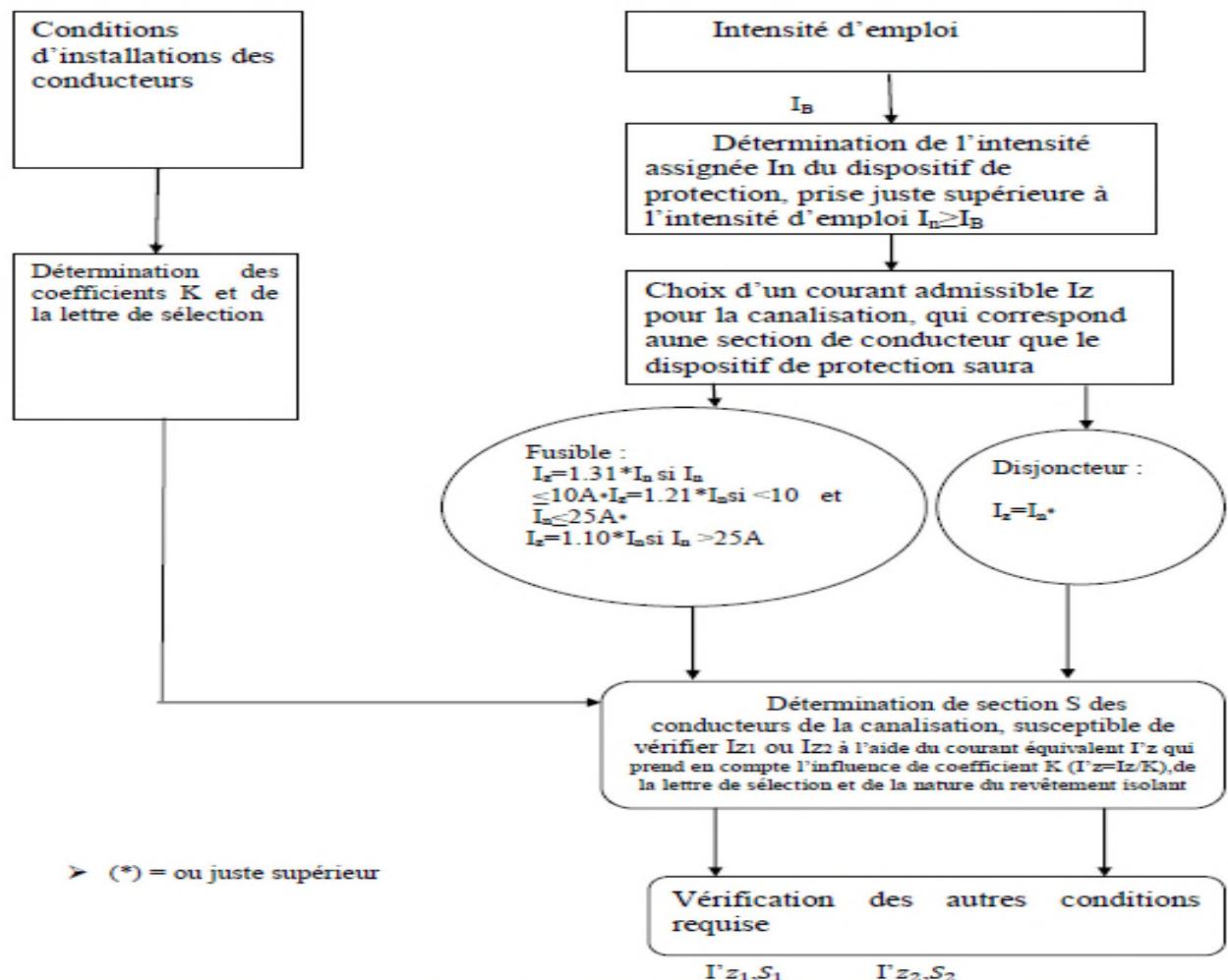


Figure-II.2 :logigramme de la détermination de la section d'une canalisation.

II.4.3.Section de sécurité Ss

II.4.4.Calcul de la section selon l'échauffement Ss ou courants fictifs admissibles I'z

Les facteurs de correction sont appliqués pour la détermination des courants admissibles des canalisations en fonction des conditions environnementales et les critères des conducteurs. Les conditions dans lesquelles l'installation est dimensionnée sont les suivantes :

- ✓ Type d'éléments conducteurs : Conducteurs et câbles multiconducteurs
- ✓ Mode de pose
- ✓ Lettre de sélection
- ✓ La température ambiante
- ✓ Toutes les protections sont assurées par des disjoncteurs.
- ✓ La nature de l'isolant
- ✓ L'intensité nominale du courant d'emploi

- ✓ Déterminer un coefficient K qui caractérise l'influence des différentes conditions d'installation.

Ce coefficient K s'obtient en multipliant les facteurs de correction, K1, K2, K3, Kn et Ks :

Le mode de pose dans notre étude c'est sous caniveau, moulures, plinthes, chambranles qui est sélectionné par Lettre 'B' d'après le tableau N°7 de l'annexe.

Le facteur de correction $K1=0.95$ déduit de tableau N°8 de l'annexe.

Le facteur de correction K2=1 (pas de condition à vérifier) déduit du tableau N°9 de l'annexe.

Le facteur de correction K3=1 déduit du tableau N°10 de l'annexe.

Le facteur de correction du neutre chargé K_n , Selon la norme (NF C15-100 § 523.5.2) :

$$Kn = 0,84 ; Kn = 1,45$$

Le facteur de correction dit de symétrie K_s Selon la norme (NF C15-105 § B.5.2)

-Ks = 1 pour 2 et 4 câbles par phase avec le respect de la symétrie

-Ks = 0,8 pour 2, 3 et 4 câbles par phase si non-respect de la symétrie.

Exemple de calcul effectué sur l'alimentation Pompe centrifuge 1

On obtient $I_Z = \frac{I_Z}{K}$ (II.14)

$$Donc I_Z = I_n = 81.189881 \text{ A}$$

AN :K= 0.95

$$\text{Donc } I_z = \frac{81.189881}{0.95} = 85.4630 \text{ A}$$

En se plaçant sur la ligne correspondant à la lettre de sélection B, dans la colonne PR3, dans le tableau N°5 de l'annexe on choisit la valeur immédiatement supérieure à 85.4630 A, soit, ici

- Pour une section cuivre 112 A, ce qui correspond à une section de 25 mm^2 .
 - Pour une section aluminium 103A, ce qui correspond à une section de 35 mm^2 .

II.4.5. Les résultats obtenus pour chacun des circuits du TGBT

RECEPTEUR	QUANTITE	Iz[A]	K	I'z[A]	Iad[A]	S(mm ²)
Départ N° 01						
Machine A N°1	1	66.75612488	0.95	70.26960514	85	70
Machine A N°2	1	66.75612488	0.95	70.26960514	85	70

Machine C N°1	1	16.98089027	0.95	17.87462134	21	2.5
Machine C N°2	1	16.98089027	0.95	17.87462134	21	2.5
Machine C N°3	1	16.98089027	0.95	17.87462134	21	2.5
Monte-charge	1	32.47595264	0.95	34.18521331	36	4
Totale départ		216.9308732	0.95	240.3666185	256	95
Départ N° 02						
Compresseur N°1	1	66.75612488	0.95	70.26960514	85	16
Compresseur N°2	1	81.1898816	0.95	85.46303326	85	16
Scie à panneau	1	93.81941874	0.95	98.75728288	112	25
Emballuse	1	107.6345859	0.95	113.2995641	112	25
Emballuse	1	107.6345859	0.95	113.2995641	112	25
Totale départ		457.034597	0.95	506.4095258	530	300
Départ N° 03						
Machine B N°1	1	144.337673	0.95	151.9342814	168	50
Machine BN°2	1	144.337673	0.95	151.9342814	168	50
Machine BN°3	1	144.337673	0.95	151.9342814	168	50
Totale départ		433.0127019	0.95	479.7924675	530	300
Départ N° 04						
Pompe centrifuge N°1	1	81.1898816	0.95	85.46303326	85	16
Pompe centrifuge N°2	1	162.3797632	0.95	170.9260665	168	50
Totale départ		243.5696448	0.95	269.8832629	299	120
Départ N° 05						
System type roof top N°1	1	93.81941874	0.95	98.75728288	112	25
System type roof top N°2	1	93.81941874	0.95	98.75728288	112	25
System type roof top N°3	1	93.81941874	0.95	98.75728288	112	25
Type split système	10	63.14768569	0.95	66.47124809	85	16
Totale départ		344.6059419	0.95	381.8348387	392	185
Départ N° 06						
Éclairage hangar	100	5.196152423	1	5.196152423	15.5	1.5
Éclairage extérieur	20	7.216878365	1	7.216878365	21	2.5
Éclairage bureau	10	2.078460969	1	2.078460969	15.5	1.5

Éclairage salle de stock	10	1.039230485	1	1.039230485	15.5	1.5
Éclairage vestiaire	8	0.831384388	1	0.831384388	15.5	1.5
Prises salle de stock	2	16	1	16		95
Prises vestiaire	4	16	1	16		
Prises bureau	60	160	1	160	258	
Prises hangar	30	80	1	80		
Prises extérieur	14	16	1	16		
Total départ		304.3621066	0.95	320.3811649	344	150
Départ principale TGBT		1154.701	1	1154.701	1254	630

Tableau II-08 : Valeurs des sections calculées par rapport à l'échauffement.

II.4.6. Sections des conducteurs de protection des masses basse tension (PE)

Pour le même métal, la section du conducteur est définie en fonction de la section de phase comme suit :

Pour $S_{\text{phase}} \leq 16 \text{ mm}^2$, $S_{\text{PE}} = S_{\text{phase}}$

- pour $16 \text{ mm}^2 < S_{\text{phase}} \leq 35 \text{ mm}^2$ $S_{\text{PE}} = 16 \text{ mm}^2$

- pour $S_{\text{phase}} > 35 \text{ mm}^2$, $S_{\text{PE}} = S_{\text{phase}}/2$

Dans notre cas on a Pour $16 \text{ mm}^2 < S_{\text{phase}} \leq 35 \text{ mm}^2$; $S_{\text{PE}} = 16 \text{ mm}^2$

II.4.7. Section technique

II.4.8. Calcul de section en Vérification de la chute de tension

$$I_z = 81.1898816 \text{ A} \quad U = 400 \text{ V} \quad L = 30 \text{ m} \quad \cos \varphi = 0.8 \quad S_j = 25 \text{ mm}^2$$

$$R = \frac{\rho \times L}{S} \dots \dots \dots \text{ (II.16)}$$

$$R = \frac{22.5 \times 0.03}{95} = 0.027 \Omega$$

$$\Delta U = \sqrt{3} * I_z * (R \cos(\varphi) + \lambda_1 \sin(\varphi)) \dots \dots \text{ (II.17)}$$

$$\Delta U = \sqrt{3} \times 81.1898816 \text{ A} \times (0.027 \times 0.8 + 0.08 \times 0.03 \times 0.6) = 1.8706 \text{ V}$$

$$\text{Et on pourcentage on aura: } \frac{0.85}{400} \times 100 = 0.47 \% < 8\%$$

La chute de tension est convenable < 8% donc la section de notre câble est : $S_z = 25 \text{ mm}^2$

Ou bien on va vérifier la chute de tension avec la méthode simplifier selon la relation

en détermine le coefficient K'de (Tableau N° 11de l'annexe) :

On a:

$\text{Cos}\phi=0.8$; $L=30\text{m}$; $k'=0.42$; $I_z=81.1898816\text{A}$; $S=25\text{ mm}^2$

$$\Delta U = 1.3 \times 81.1898816 \times 0.03 = 3.166 \text{ V}$$

II.5. Dimensionnement du jeu de barre

Le jeu de barre a basse tension sont destinés à assurer le transport d'énergie électrique entre les sources et les éléments d'une installation, et comme ils assurent la répartition TGBT.

Le dimensionnement de jeu de barre principale consiste à choisir une section convenable, soit en fonction du courant qui y circule, soit en fonction des contraintes thermiques et électrodynamiques du régime d'avarie.

On utilise les jeux de barres généralement dans les applications suivant :

- ✓ Liaison entre les transformateurs et les TGBT
 - ✓ Supports de répartition dans les TGBT
 - ✓ Canalisations de distribution BT
 - ✓ service normal qu'en cas de défaut (court-circuit).

L'emploi des jeux de barres pose des problèmes qui peuvent être regroupés généralement en deux catégories :

- ✓ Les conditions d'équilibre thermique avec leur environnement immédiat, qui déterminent les courants admissibles, pour une température acceptable du métal ;elles sont soumises à l'influence de nombreux facteurs
 - ✓ Les conditions de réalisation mécanique, en fonction des contraintes susceptibles de leur être appliquées, tant en service normal qu'en cas de défaut (court-circuit).

II.5.1. Détermination de l'épaisseur et de la hauteur des jeux de barres

La détermination du dimensionnement des jeux de barres fait premièrement par la détermination du courant d'emploi I_7 parcourant des jeux de barres, puis on le corrige en fonction de plusieurs facteurs K1...K8

II.5.2 Intensité admissible dans les jeux de barres

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

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

$$I = 24.9 \times S^{0.5} \times P^{0.39} \times \frac{(\theta - \theta_n)^{0.61}}{\sqrt{[1 + \alpha(\theta + 25)\rho]}} \times \frac{1}{\sqrt{\frac{Ra}{Rc}}} \times \frac{1}{\sqrt{1 - \frac{0.015(\theta + 25)}{10}}} \dots \dots \dots \quad (\text{II.19})$$

Avec :

ρ : La résistivité du métal à 20°C ($\Omega \cdot \text{Cm}$), soit :

- ✓ 1,75 pour le cuivre
- ✓ 2,80 pour l'aluminium

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

- ✓ 0,00393 pour le cuivre
- ✓ 0,0036 pour l'aluminium

$$S : \text{Section } (\text{cm}^2), \text{ et } \frac{1}{\sqrt{\frac{Ra}{Rc}}} \times \frac{1}{\sqrt{1 - \frac{0.015(\theta + 25)}{10}}} \leq 1 \dots \dots \dots \quad (\text{II.20})$$

p : Périmètre

θ : Echauffement (20°C) au-dessus de la température ambiante de 30°C (température du métal 50°C)

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

$$I = 24.9 \times S^{0.5} \times P^{0.39} \times \frac{(\theta - \theta_n)^{0.61}}{\sqrt{[1 + \alpha(\theta + 25)\rho]}} \dots \dots \dots \quad (\text{II.21})$$

Dans notre étude on opte pour les choix suivants :

- ✓ Type du matériau : Cuivre
- ✓ Echauffement admissible ($\theta - \theta_n$) = 20°C
- ✓ Résistivité à 20 °C : calcul (usuel) : 1,75 $\mu\Omega \cdot \text{Cm}$

Dans ces conditions l'équation devient :

$$I = \text{Cte } (\theta) \times S^{0.5} \times P^{0.39} \dots \dots \dots \quad (\text{II.22})$$

$$\text{Cte}(\theta) = 24.9 \times \frac{(50 - 30)^{0.61}}{\sqrt{[1 + 0.00393(20 + 25)1.75]}} = 118.2302$$

S : Section d'une barre en cm^2

- ✓ P : Périmètre d'une barre en cm

La correction du courant admissible est : $\dot{I} = I \times K \dots \dots \dots \quad (\text{II.23})$

Avec K : Coefficient de condition (produit de 8 coefficients $k_1, k_2, k_3, k_4, k_5, k_6, k_7, k_8$ décrits dans tableau N° 12 de l'annexe).

Dans le cas des conditions dites « normales » $K=1$. Si ces conditions ne sont pas requises, il convient d'appliquer les corrections en fonction des paramètres suivants :

Facteur de correction K_1 (barres posées sur chant) :

Le coefficient de correction k_1 en fonction du nombre de barres en parallèles par phase décrit dans le tableau (N°13 de l'annexe).

On aura les coefficients de conditions :

$$K = K_1 \times K_2 \times K_3 \times K_4 \times K_5 \times K_6 \times K_7 \times K_8 \dots \quad (\text{II.24})$$

Application : Dimensionnement du jeu de barres du poste de transformation.

-Puissance du transformateur: $S_n = 800 \text{ KVA}$

- Tension de service : $U = 400 \text{ V}$

$$- \text{ Courant nominal: } I_n = \frac{S_n}{U\sqrt{3}} = 1154.7005 \text{ A} \dots \quad (\text{II.25})$$

II.5.3. Détermination du coefficient de conditions

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

$K_2 = 1.26$ Barres en cuivre

$K_3 = 1.12$ Barres peintes

$K_4 = 0.75$ Barres à plat

$K_5 = 1$ Atmosphère calme

$K_6 = 1$ Courant alternatif, Nb de barres par phase : 1

$K_7 = 1$ Echauffement admissible : 50°C

$K_8 = 1.0092$ température ambiante : 30°C

$K = 1.068137$

II.5.4. Calcul de l'intensité admissible

$$I_{\text{barres}} = I_n \times K = 1154.7005 \times 1.068137 = 1279.1772 \text{ A} \dots \quad (\text{II.26})$$

On détermine la section réelle du jeu de barre à installer à partir du tableau des valeurs de base des intensités admissibles $I(A)$ dans les barres de cuivre (voir tableau N°14 annexe)

On cherche la valeur juste supérieure à 1279.1772 A

Dans le tableau On trouve les dimensions suivantes :

$$S = (80 \times 8) = 640 \text{ mm}^2 = 6.4 \text{ cm}^2$$

$$P = 2 \times (80 + 8) = 176 \text{ mm}^2 = 17.6 \text{ cm}^2$$

$$I = \text{Cte}(\theta) \times S^{0.5} \times P^{0.39} = 118.2302 \times 6.4^{0.5} \times 17.6^{0.39} = 915.3242 \text{ A} \dots \quad (\text{II.27})$$

II.5.5. Calcul des courants de court-circuit : Nous avons trois (3) méthodes de calcul des courants de court-circuit .Dans notre cas, on va suivre la méthode des impédances, on calculera la plus forte intensité decourt-circuit, qui est celle engendrée par un court-circuit triphasé, noté I_{cc} . La

disposition d'un réseau de distribution de moyenne tension ou basse tension peut être généralisée, dans lequel on retrouve toujours les éléments suivants :

- ✓ Le réseau amont
 - ✓ Le ou les transformateurs
 - ✓ Le ou les disjoncteurs
 - ✓ Des câbles, des jeux de barres, des canalisations préfabriquées
 - ✓ Les récepteurs (moteurs, pompes, ...).

- ## ✓ Réseau amont :

Scc: En générale 500MVA

$$U_0=400\text{V}$$

Z_a : Impédance amont du transformateur ramenée au secondaire

Exemple de calcul :

$$Z_a = \frac{U_0^2}{S_{cc}} = \frac{400^2}{500 \times 10^3} = 0.32 \text{ m}\Omega \dots \quad (\text{II.30})$$

$$X_a = 0.32 / 1.0723 = 0.2984 \text{ m}\Omega$$

$$R_a = 0.2984 \times 0.15 = 0.044 \text{ m}\Omega$$

- ## ✓ Transformateur

L'impédance (Z_{tr}) d'un transformateur vu du secondaire est donnée par la relation suivante :

Exemple de calcul :

$$Z_{tr} = \frac{U^2}{S} \times \frac{U_{cc}}{100} = \frac{6}{100} \times \frac{400^2}{800} = 9.6 \text{ m}\Omega \quad \dots \dots \dots \quad (\text{II.32})$$

La résistance se calcule à partir des pertes cuivre (Wc) dans le transformateur (essai en court-circuit).

$W_c = 10.5 \text{ kW}$: Pertes de cuivre dans le transformateur (Voir le *tableau N° 1* de l'annexe)

$$R_t = \frac{W_c \times U^2}{S^2} \times 10^{-3} = \frac{10.5 \times 400^2}{800^2} \times 10^{-3} = 0.0026 \text{ m}\Omega \quad \dots \dots \dots \text{ (II.33)}$$

La réactance du transformateur se déduit de la relation

✓ En cable:

Exemple de calcul de Pompe centrifuge 1 :

$$X_{cb} = 0.09 \times 2 = 0.18 \text{ m}\Omega$$

$$R_{cb} = 22.5 \frac{2}{25} = 1.8 \text{ m}\Omega$$

$$Z_{cb} = \sqrt{1.8^2 + 0.18^2} = 2.252 \text{ m}\Omega$$

✓ Jeux de barres (TGBT) :

Exemple de calcul :

L= 1.5m: Longueur du jeu de barres TGBT.

$$\rho = 22,5 \text{ m}\Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$$

$S = 6.4 \text{ cm}^2 = 640 \text{ mm}^2$: Section du jeu de barres TGBT

$$X_{jb} = \sqrt{Z_{jb}^2 - R_{jb}^2} = \sqrt{0.05273^2 + 0.2777^2} = 0.5980 \text{ m}\Omega \dots \text{ (II.38)}$$

✓ Charge :

Exemple de calcul :

$$R_m = 0.0027 + 0.0020 + 0.2925 + 0.293 = 0.5947 \text{ m}\Omega$$

$$X_m = 0.048 + 4.237 + 2.34 + 0.39 + 0.156 = 7.171 \text{ m}\Omega$$

Donc le courant de court-circuit sera égale à :

C : Facteur de tension pris égal à 0.95

m : Facteur de charge pris égal à 1.05

V : Tension de l'installation entre phase et neutre (V)

Zcc : Impédance totale de la boucle de défaut au point considéré (Ω)

Exemple de calcul :

$$I_{cc} = \frac{0.95 \times 1.05 \times 400}{15.168 \times \sqrt{3}} = 15.1874(\text{KA})$$

Tronçon		Résultats		
400 V	R ($\text{m}\Omega$)	X ($\text{m}\Omega$)	Z ($\text{m}\Omega$)	
Réseau amont	0.044	0.2984	0.32	
Transformateur	0.0026	12	12	
Jeu de barre	0.05273	0.2777	0.5980	
Câble	1.8	0.18	2.252	

Tableau II-09 :Calcul d'impédance des différents tronçons.

Circuit	R($\text{m}\Omega$)	X($\text{m}\Omega$)	Rt($\text{m}\Omega$)	Xt($\text{m}\Omega$)	Z($\text{m}\Omega$)	Zt($\text{m}\Omega$)	Icc(KA)
Jeudebarre TGBT	0,05273	0,2777	0,05273	0,2777	0,598	15,168	15,1874
Jeu de barre 1	0,02812	0,12	0,08085	0,3977	0,40583496	15,573835	8,50520028
Jeu de barre 2	0,02812	0,12	0,10897	0,5177	0,52904419	15,6970442	8,43844127
Jeu de barre 3	0,02812	0,12	0,13709	0,6377	0,65226908	15,8202691	8,37271381
Jeu de barre 4	0,03515	0,15	0,17224	0,7877	0,8063113	15,9743113	8,29197472
Jeu de barre 5	0,03515	0,15	0,20739	0,9377	0,9603603	16,1283603	8,21277446
Jeu de barre 6	0,03515	0,15	0,24254	1,0877	1,11441327	16,2824133	8,13507085

Tableau II-10: Calcul de courant de court-circuit dans les différents jeux de barres.

II.5.5.1.Résultante des courants de court-circuit

RECEPTEUR	L[m]	S[mm^2]	R[$\text{m}\Omega$]	X[$\text{m}\Omega$]	Z [$\text{m}\Omega$]	Z _{Totale} [$\text{m}\Omega$]	I _{cc} [ka]
Départ N° 01							
Machine A N°1	20	70	6.428571	1.8	6.67582	22.65013	10.17048362
Machine A N°2	25	70	8.035714	2.25	8.34477	24.31908	9.472510269
Machine A N°1	40	2.5	360	3.6	360.018	375.9923	0.612679437

Machine A N°2	35	2.5	315	3.15	315.016	330.9901	0.695980891
Machine A N°3	45	2.5	405	4.05	405.02	420.9946	0.547187016
Monte-charge	15	4	84.375	1.35	84.3858	100.3601	2.295361733
Totale Départ	2.8	95	0.663158	0.252	0.70942	15.82622	14.55576249

Départ N° 02

Compresseur N°1	20	16	28.125	1.8	28.1825	44.3109	5.198782916
Compresseur N°2	10	16	14.0625	0.9	14.0913	30.21963	7.622950737
Scie à panneau	8	25	7.2	0.72	7.23591	23.36472	9.859616844
Emballuse	12	25	10.8	1.08	10.8539	26.98223	8.537574241
Emballuse	12	25	10.8	1.08	10.8539	26.98223	8.537574241
Totale Départ	2.8	300	0.21	0.252	0.32803	15.44483	14.91520141

Départ N° 03

Machine B N°1	25	50	11.25	2.25	11.4728	27.04663	8.517244726
Machine B N°2	25	505	11.25	2.25	11.4728	27.04663	8.517244726
Machine B N°3	25	50	11.25	2.25	11.4728	27.04663	8.517244726
Totale Départ	2	300	0.15	0.18	0.23431	15.35111	15.00626307

Départ N° 04

Pompe centrifuge N°1	30	16	42.1875	2.7	42.2738	57.97086	3.973768436
Pompe centrifuge N°2	30	50	13.5	2.7	13.7674	29.4644	7.818342873
Totale Départ	2	120	0.375	0.18	0.41596	15.53276	14.83076522

Départ N° 05

System type roof top N°1	10	25	9	0.9	9.04489	24.86516	9.26448025
System type roof top N°2	10	25	9	0.9	9.04489	24.86516	9.26448025
System type roof top N°3	10	25	9	0.9	9.04489	24.86516	9.26448025
Type splitsystème	30	16	42.1875	2.7	42.2738	58.09408	3.96533952
Totale Départ	2	185	0.243243	0.18	0.3026	15.4194	14.93979952

Départ N° 06

Éclairage hangar	75	1.5	1125	6.75	1125.02	1141.303	0.201841952
Éclairage extérieur	120	2.5	1080	10.8	1080.05	1096.336	0.210120502
Éclairage bureau	25	1.5	375	2.25	375.007	391.2878	0.58872767
Éclairage salle de stock	10	1.5	300	1.8	300.005	316.2878	0.728332701
Éclairage vestiaire	10	1.5	150	0.9	150.003	166.2851	1.38534805

Prises salle de stock	30	95	7.105263	2.7	7.60097	23.88338	9.645315093
Prises vestiaire							
Prises bureau							
Prises hangar							
Prises extérieur							
Total Départ	2.8	150	0.42		0.42	15.5368	14.82691142
Départ principale TGBT	1.5	630	0.053571		0.05357	15.1168	15.23885726

Tableau II-11 : calcul des courants de court-circuit.

II.5.6.L'échauffement du au courant de court-circuit

$$\Delta U_{CC} = 0.24 \times \frac{\rho_{20} \times I_{th}^2 \times t_k}{(n \times s)^2 \times c \times \delta} \dots \dots \dots \text{ (II-42)}$$

$$I_{cc} = \frac{0.95 \times 1.05 \times 400}{15.168 \times \sqrt{3}} = 15.1874 \text{ A}$$

Pour une durée de court-circuit $t_K = 3 \text{ s}$ nous aurons

$$\Delta U_{CC} = 0.24 \times \frac{1.83 \times 10^{-6} \times (15.14 \times 10^3)^2 \times 3}{(1 \times 6.4)^2 \times 0.091 \times 8.9} = 37.93 \text{ C}^\circ$$

La température θ_{CC} du conducteur après le court-circuit sera :

$$\theta_t = \theta + (\theta - \theta_n) + \Delta \theta_{CC}$$

$$\theta_t = 30 + (50 - 30) + 37.93 = 87,93 \text{ }^\circ\text{C}$$

$\theta_{max} = 200 \text{ }^\circ\text{C}$ (température maximale supportable par les pièces en contact avec le jeu de barres).

$\theta_t < \theta_{max}$ d'où le jeu de barre choisi convient.

$\Delta \theta_{CC}$: Échauffement du au courant de court-circuit

I_{th} : est le courant de court-circuit de courte durée

t_k : durée du court-circuit de courte durée (1 à 3 s)

δ : masse volumique du métal (cuivre : 8,9 g/cm³)

ρ_{20} : résistivité du conducteur (cuivre : 1,83 $\mu\Omega \text{ cm}$)

n : nombre de barre (s) par phase

C : chaleur spécifique du métal (cuivre : 0,091 kcal/daN $^\circ\text{C}$)

S : section d'une barre cm²

II.6. Conclusion

Dans ce chapitre, on a déterminé les différents types de puissances (puissance active, puissance et apparente de toutes l'installation) ainsi que les différents courants nominaux, et courant d'emplois des différents récepteur et de toute l'installation, ce qui nous a permis de dimensionner le transformateur et le groupe électrogène pour l'installation de notre usine et nous permettront de dimensionner les sections de conducteur.

Puis on a défini le facteur de puissance totale grâce à quoi on peut évaluer indirectement le niveau de puissance réactive présent dans notre installation. Nous avons procédé au choix et dimensionnement des câbles et leurs sections utilisées au niveau de chaque tronçon tout en respectant les caractéristiques électriques de notre installation.

Tout ce dimensionnement de l'installation nécessite de nombreux calculs délicats qui demande une bonne précision afin d'assurer et de garantir aux utilisateurs une meilleure sécurité et ceci pour une bonne continuité de service.

Chapitre III

Vérification des résultats avec logiciel
ECODIAL

III.1. Introduction

Vue les difficultés qu'on rencontre généralement dans les calculs et le dimensionnement des installations électrique, un logiciel informatique sera nécessaire pour faciliter la tache des calculs et éviter les erreurs.

III.2. Présentation du logiciel d'ECODIAL

ECODIAL est un logiciel d'aide à la conception de réseau de distribution Basse

Tension, il permet de [21] :

- ✓ Dessiner le schéma unifilaire d'un réseau électrique
- ✓ Définir les différents éléments constituant ce réseau, c'est-à-dire :
- ✓ Calculer les sections des conducteurs pour les câbles
- ✓ Déterminer les disjoncteurs à installer, en prenant en compte I_n , I_{cc} , la température, la sélectivité et la filiation
- ✓ Vérifier la protection des personnes
- ✓ Calculer, en tout point du réseau, les valeurs de **R, X, Icc et U**

La méthodologie à suivre lors de la création d'un projet avec le logiciel ECODIAL est la suivante :

- ✓ Réalisation du schéma électrique unifilaire du réseau
- ✓ Bilan de puissance
- ✓ Calcul du réseau

Avant de commencer la réalisation du schéma, on doit saisir les caractéristiques générales de l'installation. La boîte de dialogue «Caractéristiques globales» est automatiquement affichée (Figure III.1).

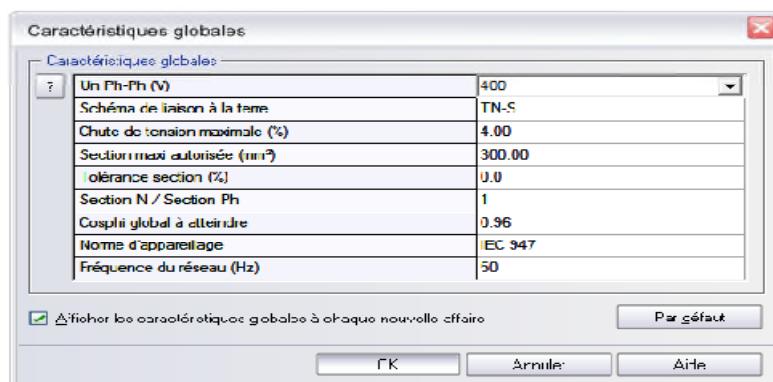


Figure III.1 : Caractéristiques globales.

III.3. Schéma unifilaire sous ECODIAL

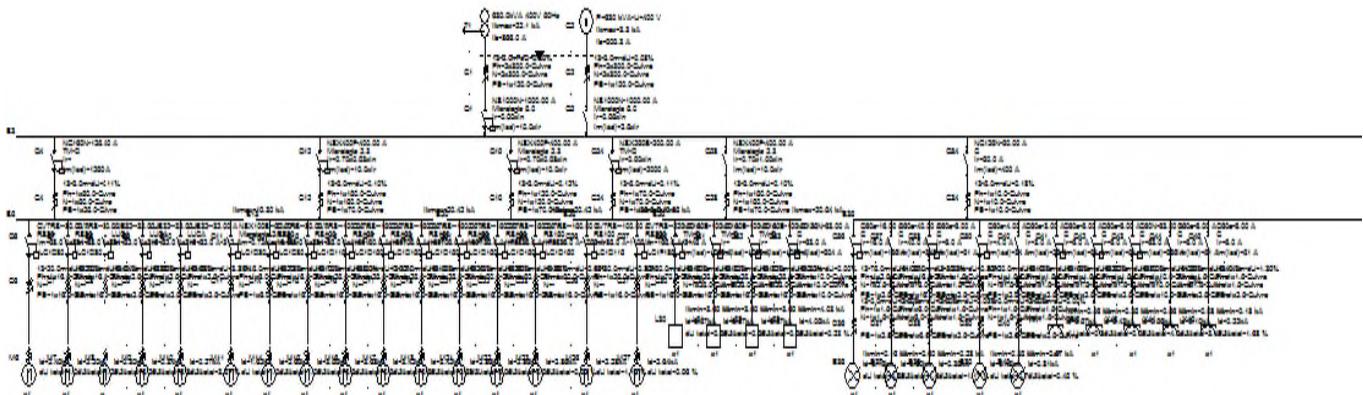


Figure III.3 : Schéma unifilaire du système à simuler.

III.4. Bilan de puissance

Afin de dimensionner correctement la source de l'installation, il faut réaliser le bilan de puissance. Pour permettre au logiciel de réaliser le bilan complet des puissances, il faut saisir soit le courant, soit la puissance de chaque récepteur. Le logiciel en déduira la puissance de la source et proposera un choix dans le champ « P choisie la source ». [21]

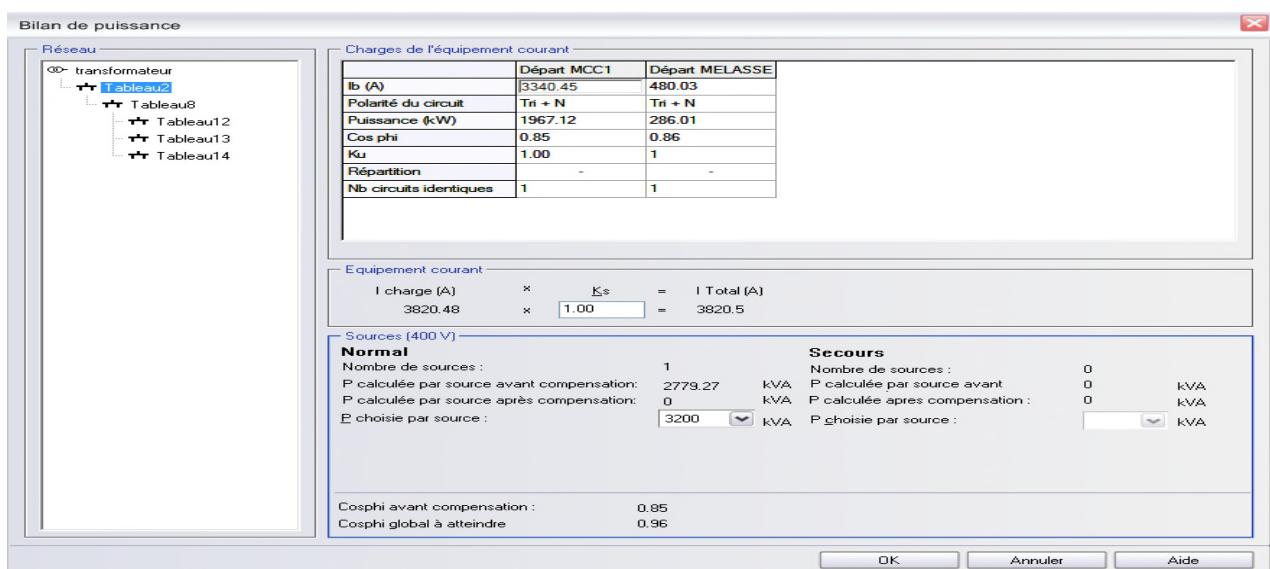


Figure III.5 : Bilan de puissance.

III.5. Présentation des résultats de calcul par ECODIAL

Le logiciel ECODIAL offre deux modes de calcul selon les besoins de l'utilisateur :

- ✓ Pré-dimensionnement : évaluation rapide du dimensionnement de l'installation.
- ✓ Calcul pas à pas : étude détaillée en fonction des contraintes et des caractéristiques définies.

Les résultats de dimensionnement de l'installation obtenus par ECODIAL pour le transformateur et tous les départs de TGBT sont résumés dans la figure suivante, (figure III.6).

III.5.1. Exemple de résultats détaillés

III.5.1.1. résultats détaillé pour le transformateur

Source normal (400 V)

Nombre de sources :	1	
Puissance calculée par source avant compensation :		290.98 kVA
Puissance calculée par source après compensation :		-
Puissance choisie par source :		630.0 kVA
Cosphi avant compensation :		0.80
Cosphi après compensation	-	
Cosphi cible	0.96	
 Circuit :	transformateur (T1-C1-Q1) - Calculé	
Amont :		
Aval :	Tableau PR	
Tension :	400 V	
 Source :	T1	
Reseau amont		
Puissance de court-circuit amont :	500 MVA	
Impédances du circuit amont :	Résistance Rt :	0.0351 mOhm
	Inductance Xt :	0.3510 mOhm
 Transformateur :		
Type:	immergé	
Nombre de transformateurs :	1	Schéma des liaisons à la terre : TN-S
Puissance globale :	630 kVA	Puissance unitaire : 630.0 kVA
Couplage :	Triangle-Etoile	Tension de court-circuit : 4.00 %
Impédances de la source :	Résistance Rt :	3.5000 mOhm
	Inductance Xt :	10.6000 mOhm
Ib:	866.03 A	
CPI:	-	
Pcc HT max.(MVA) :	500 MVA	
Pcc HT min.(MVA) :	500 MVA	

Cable : C1
 Longueur : 5.0 m
 Mode de pose : 13-Câble sur chemin de câble (ou tablette) perforé
 Jointifs
 Type de câble : Monoconducteur Nb de couches : 1
 Isolant : PR Nb de circuits jointifs supplémentaires: 0
 Arrangement des conducteurs : Trèfle
 Température ambiante : 30 °C Niveau de THDI: de 15% à 33% inclus

Courant admissible par le câble (Iz):

Iz dans les conditions normales d'utilisation: 1385.5 A

Iz x facteurs de correction (conditions réelles d'utilisation): 928.3 A

Contrainte de dimensionnement : surcharges

Facteurs de correction :	Température : 1.00 (52F + 52K)
	x Résistivité thermique du sol : 1.00 (52M)
	x Mode de pose : 1.00 (52G)
	x Neutre chargé : 0.84 (§524.2.4)
	x groupement : 0.88 (52N/4)
	x symétrie : 1.00 (§523.6)
	x Nb Couches : 1.00 (52N/52O/52R/52S/52T)
	x Utilisateur : 0.90
	/ Protection : 1.00 (§433.1)

0.67

Sections (mm ²)	Théoriques	choisies	désignation	métal
Par phase	2 x 272.6	2 x 300.0		Cuivre
Neutre	2 x 272.6	2 x 300.0		Cuivre
PE	1 x 120.0	1 x 120.0		Cuivre

Chutes de tension amont	circuit	aval
ΔU (%)	0.00	0.0921

Résultats de calcul :

	Icc amont	Ik3max	Ik2max	Ik1max	Ik2min	Ik1min	I défaut
(kA)		21.6774	18.7731	21.2457	16.9655	19.1775	19.9109
R (mΩ)		3.6894	7.3787	3.8436	7.4651	3.9300	3.7325
X (mΩ)		11.1510	22.3021	11.3510	22.3021	11.3510	10.9510
Z (mΩ)		11.7455	23.4910	11.9841	23.5183	12.0121	11.5696

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

Avis technique UTE 15L-602.

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

Disjoncteur : Q1
 Nom : NS1000N-50.0 kA

Calibre nominal : 1000 A

Calibre de la protection (In) : 1000.00 A Déclencheur : Micrologic 5.0
 Nombre de pôles : 4P4d
 Sélectivité :
 Pdc renforcé par filiation :
 Protection différentielle : Oui
 Désignation de la protection différentielle : RH328AP
 Sensibilité : 250000.00 mA
 Cran de temporisation : 1000 ms
 Sélectivité différentielle : Non

Réglages :
 Surcharge : $Ir = 0.90 In = 900.00 A$
 Magnétique : $Im(Isd) = 10.0 \times Ir = 9000.00 A$
 $tm = 50 ms$

III.5.1.2. résultats détaillé pour la Machine A N° 1

Circuit : Machine A N 1 (Q6-C6-M6) - Calculé
 Amont : Jeu de barre 1
 Aval :
 Tension : 400 V

Disjoncteur : Q6
 Nom : GV7RS-70.0 kA Calibre nominal : 80 A
 Calibre de la protection (In) : 80.00 A Déclencheur : RS80
 Nombre de pôles : 3P3d
 Sélectivité :
 Pdc renforcé par filiation : Non
 Protection différentielle : Oui
 Désignation de la protection différentielle : RH328AP
 Sensibilité : 125000.00 mA
 Cran de temporisation : 250 ms
 Sélectivité différentielle : Oui

Réglages :
 Surcharge : $Ir = 68.0 A$
 Magnétique : $Im(Isd) = 884 A$

Contacteur : LC1D80 Coordination : Type 2

Relais thermique :

Démarreur électronique :

Cable : C6
 Longueur : 20.0 m
 Mode de pose : 13-Câble sur chemin de câble (ou tablette) perforé
 Jointifs
 Type de câble : Monoconducteur Nb de couches : 1
 Isolant : PR Nb de circuits jointifs supplémentaires: 0
 Arrangement des conducteurs : Trèfle

Température ambiante : 30 °C Niveau de THDI: -

Courant admissible par le câble (Iz):

Iz dans les conditions normales d'utilisation: 107.1 A

Iz x facteurs de correction (conditions réelles d'utilisation): 80.3 A

Contrainte de dimensionnement : surcharges

Facteurs de correction :	Température : 1.00 (52F + 52K)
	x Résistivité thermique du sol : 1.00 (52M)
	x Mode de pose : 1.00 (52G)
	x Neutre chargé : 1.00 (§524.2.4)
	x groupement : 1.00
	x symétrie : 1.00 (§523.6)
	x Nb Couches : 1.00 (52N/52O/52R/52S/52T)
	x Utilisateur : 0.75
	/ Protection) : 1.00 (§433.1)
	0.75

Sections (mm ²)	Théoriques	choisies	désignation	métal
Par phase	1 x 12.3	1 x 16.0		Cuivre
Neutre	-	-	-	-
PE	1 x 1.0	1 x 16.0		Cuivre

Chutes de tension	amont	Circuit	aval
ΔU (%)	0.20	0.75	0.95 11

Chute de tension au démarrage du moteur : 3.51

Vérification de la contrainte thermique:

Energie reçue par le conducteur de phase : 3200000 A²s

Contrainte admissible : 5234944 A²s

Résultats de calcul :

	Icc amont	Ik3max	Ik2max	Ik1max	Ik2min	Ik1min	I défaut
(kA)	19.874 4	8.0702	6.9890		2.3543		2.5698
R (mΩ)	5.5404	28.677 9	57.355 7		64.365 5		66.537 2
X (mΩ)	11.551 0	13.151 0	26.302 1		156.78 10		60.073 0
Z (mΩ)	12.811 0	31.549 5	63.098 9		169.47 92		89.643 5

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

Avis technique UTE 15L-602.

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

Charge	I : 65.99 A	Polarité du circuit : Tri
P :	39.32 kW	Schéma des liaisons à la terre : TN-S
cosφ :	0.86	Répartition: -
		Ku : 1.0
Nombre de circuit identiques	1	

III.5.2. Résultats globale

➤ Pour le transformateur

Les valeurs de comparaison	Résultats analytiques	Résultats par simulation
La puissance nominale (KVA)	800	630
Le courant d'emploi (A)	801.39	866.03
Facteur de puissance	0.78	0.96
Tension de court-circuit (%)	6	4
La Résistance (R_t) en (mΩ)	3.3	3.5
Inductance (X_t) en (mΩ)	10	10.6

➤ Pour la machine A N°1

Les valeurs de comparaison	Résultats analytiques	Résultats par simulation
La puissance nominale (KW)	37	39.2
Le courant nominal (A)	66.75	65.99
Facteur de puissance	0.8	0.86
Chutes de tension ΔU (%)	0.17	0.0974
La Résistance (R_t) en (mΩ)	6.42	28.67
Inductance (X_t) en (mΩ)	1.8	13.5
La section (mm²)	70	16
Le courant de court-circuit I_{cc}(KA)	10.17	8.07

Pour le compresseur N°2

Les valeurs de comparaison	Résultats analytiques	Résultats par simulation
La puissance nominale (KW)	45	47.67
Le courant nominal (A)	81.18	80.01
Facteur de puissance	0.80	0.86
Chutes de tension ΔU (%)	0.41	0.29
La Résistance (R_t) en (mΩ)	14.06	11.71
Inductance (X_t) en (mΩ)	0.9	12.35
La section (mm²)	16	25
Le courant de court-circuit I_{cc}(KA)	7.62	14.95

➤ Pour la machine B N°1

Les valeurs de comparaison	Résultats analytiques	Résultats par simulation
La puissance nominale (KW)	75	79.56
Le courant nominal (A)	144.33	131.99
Facteur de puissance	0.75	0.87
Chutes de tension ΔU (%)	0.65	0.64
La Résistance (R_t) en (mΩ)	11.25	13.71
Inductance (X_t) en (mΩ)	2.25	13.55

La section (mm ²)	50	50
Le courant de court-circuit I _{cc} (KA)	8.51	13.20

➤ Pour la pompe centrifuge N°2

Les valeurs de comparaison	Résultats analytiques	Résultats par simulation
La puissance nominale (KW)	90	96.44
Le courant nominal (A)	167.37	160
Facteur de puissance	0.80	0.87
Chutes de tension ΔU (%)	0.87	0.69
La Résistance (R _t) en (mΩ)	13.5	12.94
Inductance (X _t) en (mΩ)	2.5	13.95
La section (mm ²)	50	70
Le courant de court-circuit I _{cc} (KA)	7.81	13.37

➤ pour le system type roof top N°1

Les valeurs de comparaison	Résultats analytiques	Résultats par simulation
La puissance nominale (KW)	52	52
Le courant nominal (A)	93.81	88.30
Facteur de puissance	0.80	0.85
Chutes de tension ΔU (%)	0.31	0.32
La Résistance (R _t) en (mΩ)	9	11.71
Inductance (X _t) en (mΩ)	0.9	12.35
La section (mm ²)	25	25
Le courant de court-circuit I _{cc} (KA)	9.26	14.95

➤ Pour l'éclairage hangar

Les valeurs de comparaison	Résultats analytiques	Résultats par simulation
La puissance nominale (KW)	3.6	9.18
Le courant nominal (A)	5.19	14.72
Facteur de puissance	1	0.90
Chutes de tension ΔU (%)	2.53	4.09
La Résistance (R _t) en (mΩ)	11.25	568.24
Inductance (X _t) en (mΩ)	6.75	17.55
La section (mm ²)	1.5	2.5
Le courant de court-circuit I _{cc} (KA)	0.2018	0.44

➤ Pour les pries hangar

Les valeurs de comparaison	Résultats analytiques	Résultats par simulation
La puissance nominale (KW)	3.52	3.52
Le courant nominal (A)	5.08	5.98
Facteur de puissance	1	0.85
Chutes de tension ΔU (%)	0.049	3.13
La Résistance (R _t) en (mΩ)	7.10	1123.54
Inductance (X _t) en (mΩ)	2.7	18.75
La section (mm ²)	95	1.5
Le courant de court-circuit I _{cc} (KA)	9.64	0.22

III.6. Validation des résultats

Après avoir redimensionné notre installation avec le logiciel ECODIAL nous avons constaté que les résultats sont valables, par apport à celles trouvées avec la méthode analytique avec une légère différence, et cette légère différence peuvent être justifiée par :

- ✓ La majoration du deuxième chiffre après la virgule imposé par ECODIAL.
- ✓ Des paramètres prisent par défaut comme le cas du facteur d'utilisation (K_u), comme le cas des machines, leur facteur d'utilisation égale à 0.75 mais le logiciel ECODIAL l'impose par défaut 0,87
- ✓ Le choix automatique de quelques résultats, comme par exemple le choix des sections des câbles, il augmente le maximum la section du câble pour avoir une chute de tension très petite.
- ✓ Le facteur d'extension K_e , l'ECODIAL ne prend pas l'extension en considération. Les résultats de simulation par ECODIAL seraient très proches des résultats analytiques si on prend le facteur d'extension en considération.

III.7. Conclusion

Ce chapitre est consacré à la vérification des résultats de calcul de l'installation en utilisant le logiciel ECODIAL, et pour cela on a commencé ce chapitre avec une petite présentation, et donner une certaine méthodologie à suivre pour arriver à faire un dimensionnement juste et fiable.

Les résultats de calculs concordent avec quelques légères différences. Néanmoins, la rapidité et la fiabilité du logiciel ECODIAL sont un facteur déterminant pour le travail de dimensionnement.

Conclusion Générale

Conclusion générale

Dans ce travail nous avons traité le réseau basse tension d'une installation d'une usine. Le cahier des charges proposé a servis de base pour le dimensionnement et le choix des éléments de l'installation.

Ce travail a commencé par des généralités sur les installations électriques, nous avons exposé plusieurs informations sur les installations comme les équipements électriques, les différents régimes du neutre et les normes. Après cela, nous avons recueillis les données techniques de l'installation. Un bilan de puissance, permet de déterminer les puissances et le facteur de puissance global de l'installation pour pouvoir choisir un transformateur convenable. Ensuite nous avons étudié avec précision les caractéristiques des différentes parties de l'installation, du point de vue technique et économique en respectant les normes exigées.

En fin La vérification qui a été faite par l'ECODIAL sur le dimensionnement, nous a amené à constater une légère différence entre les deux résultats due à la précision de calcul, le facteur d'extension non pris en compte par le logiciel et des normes utilisées.

En conclusion, ce mémoire nous a permis de connaître les démarches à suivre afin de faire une installation électrique à une usine selon ses besoins et son activité mais aussi d'approfondir nos connaissances techniques au sein d'un projet dans le domaine de l'installation électrique.

Annexe

Annexe :

Tableau N°1 : Caractéristiques des transformateurs MT/BT

Transformateur triphasé immergé dans l'huile (NF C 52-112-1 édition de juin 1994)

	puissance en kVA											
	50	100	160	250	400	630	800	1 000	1 250	1 600	2 000	2 500
237 V												
I _n (A)	122	244	390	609	974	1 535	1 949	2 436				
I _{cc} (kA)	3,04	6,06	9,67	15,04	23,88	37,20	51,64	39,29				
U _{cc} (%)	4	4	4	4	4	4	6	6				
pertes cuivre (kW)	1,32	2,1	2,3	3,2	4,5	6,3	10,5	12,7				
410 V												
I _n (A)	70	141	225	352	563	887	1 127	1 408	1 760	2 253	2 816	3 520
I _{cc} (kA)	1,76	3,50	5,59	8,69	13,81	21,50	28,29	22,71	28,16	35,65	44,01	54,16
U _{cc} (%)	4	4	4	4	4	4	6	6	6	6	6	6
pertes cuivre (kW)	1,32	2,1	2,3	3,2	4,5	6,3	10,5	12,7	15,6	19,5	24,9	31,2

Note : La norme NF C 52-112 est l'application française du document d'harmonisation européen HD 428.

Tableau N°2 : Mode de pose MT

Modes de pose	Exemple	Colonne des tableaux	Facteurs de correction à appliquer				
			<i>f₀</i>				
L3 Pose directe dans caniveaux ouverts ou ventilés		(3)	0,90	<i>f₁</i>	-	<i>f₅</i>	
L4 Pose directe dans caniveaux fermés		(3)	0,80	<i>f₁</i>	-	<i>f₅</i>	
L5 Pose directe dans des caniveaux remplis de sable		(3)	0,80	<i>f₁</i>	-	<i>f₅</i>	
N Alvéoles		(3)	0,90	<i>f₁</i>	-	<i>f₅</i>	
P Blocs manufacturés		(3)	0,90	<i>f₁</i>	-	<i>f₅</i>	
S1 Enterré directement (câbles armés)		P (1) (2)	D (2)	1	<i>f₂</i>	<i>f₃</i>	<i>f₄</i>
S2 Enterré avec protection mécanique		(1)	(2)	1	<i>f₂</i>	<i>f₃</i>	<i>f₄</i>

P : régime permanent

D : régime discontinu

Tableau N°3 : facteurs de correction pour des températures du sol différentes de 20 °C (câbles enterrés)

°C	Nature de l'isolant	
	PE	PR
0	1,18	1,13
5	1,14	1,10
10	1,10	1,07
15	1,05	1,04
20	1,00	1,00
25	0,95	0,96
30	0,89	0,93
35	0,84	0,89
40	0,77	0,85
45	0,71	0,80
50	0,63	0,76
60	0,45	0,65
65	-	0,60
70	-	0,53
75	-	0,46
80	-	0,38

Tableau N°4 : facteurs de correction pour des résistivités thermiques du sol

Résistivité du sol (K.m/W)	Humidité	Nature du terrain		Ensemble de trois câbles unipolaires	Câbles tripolaires	
0,5	Terrain très humide	Sable	Argile et Calcaire	1,25	1,20	
	Terrain humide			1,14	1,10	
	Terrain dit normal			1,06	1,05	
	Terrain sec			1,00	1,00	
	Terrain très sec		Cendres et Mâchefer	0,93	0,95	
				0,85	0,88	
				0,75	0,79	
				0,68	0,72	
				0,62	0,68	

Tableau N°5 : détermination de la section minimal

		isolant et nombre de conducteurs chargés (3 ou 2)							
		caoutchouc ou PVC			butyle ou PR ou éthylène PR				
lettre de sélection	B	PVC3	PVC2		PR3		PR2		
	C		PVC3		PVC2	PR3		PR2	
	E			PVC3	PVC2	PR3		PR2	
	F				PVC3	PVC2	PR3		PR2
section cuivre (mm ²)	1,5	15,5	17,5	18,5	19,5	22	23	24	26
	2,5	21	24	25	27	30	31	33	36
	4	28	32	34	36	40	42	45	49
	6	36	41	43	48	51	54	58	63
	10	50	57	60	63	70	75	80	86
	16	68	76	80	85	94	100	107	115
	25	89	96	101	112	119	127	138	149
	35	110	119	126	138	147	158	169	185
	50	134	144	153	168	179	192	207	225
	70	171	184	196	213	229	246	268	289
	95	207	223	238	258	278	298	328	352
	120	239	259	276	299	322	346	382	410
	150		299	319	344	371	395	441	473
	185		341	364	392	424	450	506	542
	240		403	430	461	500	538	599	641
	300		464	497	530	576	621	693	741
	400					656	754	825	940
	500					749	868	946	1 083
	630					855	1 005	1 088	1 254
section aluminium (mm ²)	2,5	16,5	18,5	19,5	21	23	25	26	28
	4	22	25	26	28	31	33	35	38
	6	28	32	33	36	39	43	45	49
	10	39	44	46	49	54	58	62	67
	16	53	59	61	66	73	77	84	91
	25	70	73	78	83	90	97	101	108
	35	86	90	96	103	112	120	126	135
	50	104	110	117	125	136	146	154	164
	70	133	140	150	160	174	187	198	211
	95	161	170	183	195	211	227	241	257
	120	186	197	212	226	245	263	280	300
	150		227	245	261	283	304	324	346
	185		259	280	298	323	347	371	397
	240		305	330	352	382	409	439	470
	300		351	381	406	440	471	508	543
	400					526	600	663	740
	500					610	694	770	856
	630					711	808	899	996

Tableau N°6 : valeurs du coefficient k

	Isolants			
	PVC PE	PR EPR		
Conducteurs actifs				
- en cuivre		115		143
- en aluminium		74		94
Conducteurs de protection	a	b	a	b
- en cuivre	143	115	176	143
- en aluminium	95	75	116	94
- en acier	52	—	64	—
a conducteurs de protection non incorporés aux câbles				
b conducteurs de protection incorporés aux câbles				

Lettre de sélection

Tableau N°7 : Le mode de pose.

type d'éléments conducteurs	mode de pose	lettre de sélection
conducteurs et câbles multiconducteurs	<ul style="list-style-type: none"> • sous conduit, profilé ou goulotte, en apparent ou encastré • sous vide de construction, faux plafond • sous caniveau, moulures, plinthes, chambranles 	B
	<ul style="list-style-type: none"> • en apparent contre mur ou plafond • sur chemin de câbles ou tablettes non perforées 	C
câbles multiconducteurs	<ul style="list-style-type: none"> • sur échelles, corbeaux, chemin de câbles perforé • fixés en apparent, espacés de la paroi • câbles suspendus 	E
câbles monoconducteurs	<ul style="list-style-type: none"> • sur échelles, corbeaux, chemin de câbles perforé • fixés en apparent, espacés de la paroi • câbles suspendus 	F

Facteur de correction K1

Tableau N°8 : Le Mode de pose.

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

✓ Facteur de correction K2

Tableau N°9 : L'influence mutuelle.

lettre de sélection	disposition des câbles jointifs	facteur de correction K2											
		nombre de circuits ou de câbles multiconducteurs											
B, C, F	encastrés ou noyés dans les parois	1,00	0,80	0,70	0,65	0,60	0,55	0,55	0,50	0,50	0,45	0,40	0,40
C	simple couche sur les murs ou les planchers ou tablettes non perforées	1,00	0,85	0,79	0,75	0,73	0,72	0,72	0,71	0,70	Pas de facteur de réduction supplémentaire pour plus de 9 câbles.		
	simple couche au plafond	1,00	0,85	0,76	0,72	0,69	0,67	0,66	0,65	0,64			
E, F	simple couche sur des tablettes horizontales perforées ou sur tablettes verticales	1,00	0,88	0,82	0,77	0,75	0,73	0,73	0,72	0,72			
	simple couche sur des échelles à câbles, corbeaux, etc.	1,00	0,88	0,82	0,80	0,80	0,79	0,79	0,78	0,78			

✓ Facteur de correction K3

Tableau N°10 : Températures ambiantes et nature de l'isolation.

températures ambiantes (°C)	isolation		
	élastomère (caoutchouc)	polychlorure de vinyle (PVC)	polyéthylène réticulé (PR) butyle, éthylène, propylène (EPR)
10	1,29	1,22	1,15
15	1,22	1,17	1,12
20	1,15	1,12	1,08
25	1,07	1,06	1,04
30	1,00	1,00	1,00
35	0,93	0,94	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 N°11 : Chute de tension ΔU en volts par ampère et par km dans un circuit.

Section en mm ²		Circuit monophasé			Circuit triphasé équilibré		
		Force motrice		Eclairage	Force motrice		Eclairage
		Service normal	Démarrage		Service normal	Démarrage	
Cu	Al	cos φ = 0,8	cos φ = 0,35	cos φ = 1	cos φ = 0,8	cos φ = 0,35	cos φ = 1
1,5		24	10,6	30	20	9,4	25
2,5		14,4	6,4	18	12	5,7	15
4		9,1	4,1	11,2	8	3,6	9,5
6	10	6,1	2,9	7,5	5,3	2,5	6,2
10	16	3,7	1,7	4,5	3,2	1,5	3,6
16	25	2,36	1,15	2,8	2,05	1	2,4
25	35	1,5	0,75	1,8	1,3	0,65	1,5
35	50	1,15	0,6	1,29	1	0,52	1,1
50	70	0,86	0,47	0,95	0,75	0,41	0,77
70	120	0,64	0,37	0,64	0,56	0,32	0,55
95	150	0,48	0,30	0,47	0,42	0,26	0,4
120	185	0,39	0,26	0,37	0,34	0,23	0,31
150	240	0,33	0,24	0,30	0,29	0,21	0,27
185	300	0,29	0,22	0,24	0,25	0,19	0,2
240	400	0,24	0,2	0,19	0,21	0,17	0,16
300	500	0,21	0,19	0,15	0,18	0,16	0,13

Tableau N°12 : Coefficient de correction

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

Tableau N°13: coefficient de correction k1 en fonction du nombre de barres en Parallèles par phase

N	d/a									
	0.05	0.06	0.08	0.10	0.12	0.14	0.16	0.18	0.20	
2	1.69	1.73	1.76	1.80	1.83	1.85	1.87	1.89	1.91	
3	2.40	2.45	2.50	2.55	2.60	2.63	2.65	2.68	2.70	
4	3.05	3.12	3.18	3.25	3.31	3.25	3.38	3.41	3.44	
5	3.67	3.74	3.82	3.90	3.98	4.02	4.06	4.09	4.13	
6	4.23	4.32	4.41	4.50	4.59	4.63	4.68	4.72	4.77	
7	4.75	4.85	4.95	5.05	5.15	5.20	5.25	5.30	5.35	

Tableau N°14 : Dimensionnement des jeux de barres.

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

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

Tableau N°15 : Facteur de simultanéité en fonction du nombre de circuits.

Nombre de circuits	K_s
2 à 3	0,9
4 à 5	0,8
6 à 9	0,7
≥ 10	0,6

Tableau N°16 : facteur d'utilisation pour les différentes charges.

Utilisation	KU
Force motrice	Pour le moteur de grandes puissances
	Pour le moteur moyen
	Pour les autres
Eclairage	1
Chauffage	1
Ventilation	1
PC	1

Bibliographie

Bibliographie

- [1] **A.BIANCOTO et P.BPYE**, « la construction normalisée en électrotechnique », Tome1
- [2] **Groupe Schneider**, « Guide de distribution basse tension BT», Schneider Electric SA,1998.
- [3] **H. PEROZ, J. CLAUDE LEMOINE, P. SAPET, G. SANTUCCI**, « La planification des réseaux électriques », éditions EYROLLES, 1984
- [4] **B. DE METZ-NOBLAT, F. DUMAS et C. POULAIN**, « Calcul des courants de court-circuit », Cahier Technique n° 158, Schneider Electric, 2005.
- [5] **Schneider Electric** « Guide de la distribution électrique basse tension et HTA », 2009.
- [6] **A.Ouadi** « Etude et calcul de l'installation électrique au niveau de la raffinerie sucre Cevital »Projet de fin d'études Master II2014-2015.
- [7] **ABBAS Hichem, AIT AMOKHTAR** « étude et dimensionnement électrique de la raffineriesucre liquide CEVITAL»Projet fin d'étude master II 2015/2016.
- [8] **M. SAIDANI ET N. HAMMOUCHE** « Paramétrage et réglage d'un relais de protection micom p142 du départ 30kv htasnsempacs issu du poste source th oued-aissi» Mémoire de Master Académique réseaux électriques Université UMMTO 2015.
- [9] **Mémoire de fin de cycle en vue de l'obtention d'un Master Électrotechnique**
« Fonctionnement et protection du réseau électrique moyenne tension de Cevital» 2017
- [10] **M HACHOUD and F. TIBERANINE** « Etude de la protection numérique sepam 200 d'un réseau électrique hta30kv appliquée au départ bouhinoun» Mémoire de Master Académique réseaux électriques Université UMMTO 2010.
- [11] **M. Gerin.** « Guide de protection» Schneider Electrique Edition 2006.
- [12] **M. Gerin.** « Guide de la protection cg0021fr» Schneider électrique édition 2006.
- [13] **Schneider Electric** «Guide de protection Electric» Edition 2007.
- [14] **Mohamed ZELLAGUI** « Étude des protections des réseaux électriques MT (30 & 10 kV) » Mémoire Magister Université Mentouri Constantine ,2010.
- [15] **NAHIDI Hassan** « Guide de protection des réseaux industriels » Livre 12-28-2011
- [16] **SAIGHU Nabila** « Etude du système de protection du réseau de distribution de la ville de Bejaia cas pratique SONELGAZ de Bejaia»,Mémoire de Master 2 Filière : Électrotechnique Option : Réseau électrique,2013/2014.

[17]OUADI Rahim, BOUNAB Nabil« Etude et analyse de la sélectivité moyenne tension du complexe CEVITAL »Mémoire de Master 2 Filière : Électrotechnique Option : Réseau électrique **2016.** Mémoire de Master 2 Filière : Électrotechnique Option : Réseau électrique, Université de Bejaia.

[18]Schneider Electric« Architecteur de Réseau de Distribution » 2007.

[19] texte règlementation et norme-Elemac (https://elemac.fr/pdf/livret_classeur) « 1re Partie : TEXTES RÉGLEMENTAIRES ET NORMES, Normalisation» INRS ED 1522-1995.

[20] UNIVERSITE D'RTOIS, Département Génie Civil – Enseignement du S3, « ET3-RESEAUX : Présentation et dimensionnement des installations courants forts (CFO) et courants faibles (CFA) » Organismes de normalisations et normes internationales et décret etnormes en France PDF.

[21] Schneider Electric, « Guide de l'installation électrique », 2010

Résumé

Ce travail a commencé par les généralités sur les installations électriques dont on a vu plusieurs informations sur les installations comme les équipements électriques, les différents régimes de neutre et les normes. Après nous avons recueillis les données techniques de l'installation. Un bilan de puissance, permet de déterminer les puissances et le facteur de puissance global de l'installation pour pouvoir choisir un transformateur convenable. Ensuite on a étudié avec précision les caractéristiques des différentes parties de l'installation, du point de vue technique et économique en respectant les normes exigées.

En fin La vérification qui a été faite par l'ECODIAL sur le dimensionnement, nous a amené à constater une légère différence entre les deux résultats due à la précision de calcul et des normes utilisées.

Abstract

This work began with general information on electrical installation, of which we have seen several information on installation, such us electrical equipment, the various neutral regimes and standards. Then we collected the technical data of the installation. A power balance makes it possible to determine the powers factor of the installation in order to be able to choose a suitable transformer. Then we studied with precision the characteristic of the different parts of the installation, from a technical and economic point of view while respecting the required standards. At the end the verification carried out by ECODIAL on the sizing led us to note a slight difference between the two results due to the precision of the calculation and the standards used.

ملخص

بدأ هذا العمل بمعلومات عامة عن الترقيبات الكهربائية ، والتي رأينا منها العديد من المعلومات حول الترقيبات مثل المعدات الكهربائية والأنظمة والمعايير المحايدة المختلفة. ثم قمنا بجمع البيانات الفنية الخاصة بالتركيب. يتيح توازن الطاقة تحديد الصلاحيات وعامل الطاقة الإجمالي للتركيب حتى تتمكن من اختيار محول مناسب. ثم درسنا بدقة خصائص الأجزاء المختلفة للتركيب من الناحية الفنية والاقتصادية مع مراعاة المعايير المطلوبة. في النهاية ، قادنا التحقق الذي أجرته ECODIAL على التحريم إلى ملاحظة اختلاف بسيط بين النتائجتين بسبب دقة الحساب والمعايير المستخدمة.