

République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique



Université A. Mira de Béjaïa
Faculté de Technologies
Département de Génie Electrique



Mémoire de Fin d'études

EN VUE DE L'OBTENTION DU DIPLOME
MASTER EN ELECTROMECHANIQUE

Thème

Etude et dimensionnement d'une armoire électrique de
l'installation électrique de la SE Toudja EL KSEUR

Organisme d'accueil : SE

TOUDJA



Préparé par :

HAMDAOUI Cylia

Dirigé par :

M. RAHMANI Allaoua

Année universitaire 2023/2024

Remerciements

Je tiens tout d'abord à remercier le Tout-Puissant pour m'avoir donné la force et la persévérance nécessaires à la réalisation de ce travail.

Mes sincères gratitude vont à mon promoteur, M. Rahmani Allaoua, enseignant à l'Université Abderrahmane Mira de Béjaïa, pour avoir accepté de diriger ce travail et aussi pour son accompagnement, ses conseils avisés et son soutien constant.

Je souhaite également exprimer ma reconnaissance envers les membres du jury pour leur temps et leurs précieuses remarques qui ont enrichi ce mémoire.

Un merci chaleureux à mes amis et à ma famille, pour leur présence, leur encouragement et leur soutien indéfectible tout au long de mes études.

Enfin, je remercie toutes les personnes qui, de près ou de loin, ont contribué à l'élaboration de ce travail. Leur aide a été un atout précieux dans mon parcours.

Dédicaces

Je dédie ce travail

À mon père et ma mère, piliers de ma vie,
À mon frère Nacer, étoile de ma nuit,
À mon mari Aïmed, complice de chaque jour,
À ma famille, mon refuge d'amour.

À mes chères amies, trésors inestimables,
Vous êtes le chant qui rend mon cœur stable.
Dans les pages de ma mémoire, vous brillez,
Gravés à jamais, vous ne serez oubliés.

Merci pour votre amour, votre soutien sans fin,
Cette dédicace est pour vous, mon chemin, mon destin.

Cylia Hamdaoui

Liste des Figures

FIGURE I.1 Image satellite de position entreprise SE Toudja	3
FIGURE II.1 Constitution d'un câble électrique.....	10
FIGURE II.2 Court-circuit triphasé symétriques.	14
FIGURE II. 3 Court-circuit entre phases, isolé.	14
FIGURE II. 4 Court-circuit entre phases avec mise à la terre.	15
FIGURE II .5 Court-circuit phase terre.	15
FIGURE II .6 Schéma représentative de la sélectivité.	15
FIGURE II .7 Sélectivité ampérométrique.	18
FIGURE II .8 Sélectivité Chronométrique.	19
FIGURE II .9 Exemple de la filiation.....	19
FIGURE II .10 Neutre isole ou impédant (schéma IT)	19
FIGURE II .11 Neutre a la terre (schéma TT).	21
FIGURE II .12 Schéma TNC	21
FIGURE II .13 Schéma TNS	22
FIGURE IV.1 Constitution du câble électrique.....	34

Liste des Tableaux

Tableau II.1 Facteur d'utilisation pour les différentes charges	9
Tableau II.2 Facteur de puissance en fonction du nombre de récepteurs	12
Tableau II.3 Chutes tension admissible dans les réseaux BT	12
Tableau II.4 Formule de calcul de la chute de tension	16
Tableau II.5 Tableau qui détermine les résistances et les réactances de chaque partie de l'installation.	26
Tableau III.2 Bilan de puissance installée de l'installation.	28
Tableau III.4 Bilan de puissance utilisée d'installation.....	29
Tableau III.5 La charge total de la TGBT.	29
Tableau III.6 La charge totale de la TGBT après application du facteur d'extension.	29
Tableau III.7 Facteur totale de puissance de l'installation.	29
Tableau III.7 Caractéristique de l'installation.	29
Tableau III.8 Puissance apparente normalisées des transformateurs triphasés et intensité nominales correspondantes.	30
Tableau III.9 Caractéristiques de transformateur.	32
Tableau IV.1 Résultats de calculs et choix des sections des câbles.	37
Tableau IV.2 Valeurs des sections calculées par rapport à la chute de tension.	40
Tableau IV.3 Résistances et réactances des réseaux amont ramenées au secondaire du transformateur.	45
Tableau IV.4 Résultats de calcul des courants en court-circuit	48
Tableau IV.5 choix des disjoncteurs pour différents récepteurs	51

Liste des abréviations

NFC : Norme française.

CEI : Commission Electrotechnique Internationale.

C15-100 : Norme française qui régit les installations électriques à basse tension.

HT : Haute tension.

MT : Moyenne tension.

BT : Basse tension.

TGBT : Tableau Général Basse Tension.

SLT : Schéma de Liaison à la Terre.

PDC : Pouvoir de coupure.

Liste des symboles

P_n : Puissance installée.
 P_a : Puissance absorbée
 P_{ui} : Puissance d'utilisation.
 P_{ij} : Puissance utilisée dans une branche.
 S_n : Puissance apparente.
 K_U : Facteur d'utilisation.
 K_S : Facteur de simultanéité.
 K_e : Facteur d'extension.
 I_b : courant d'emploi.
 I_{ad} : courant admissible.
 I_{CC} : courant de court-circuit.
 I_Z : L'intensité admissible du câble.
 I_f : courant fictif.
 t_k : Durée du court-circuit dans un jeu de barre .
 ρ_{20} : Resistivite du conducteur a 20 °C.
 L : Longueur du câble.
 S : section de conducteur.
 $\cos \varphi$: Facteur de puissance.
 θ : Température
 θ_n : Température ambiante en °C.
 R : Résistance.
 X : Réactance.
 Z : Impédance.
 ΔU : Chute de tension.
 $\Delta U \%$: Pourcentage chute de tension.
 Z_{cc} : Impédances parcourues par l'ICC du générateur jusqu'au point de défaut.
 R_t : Somme des résistances situées en amont d'un point.
 c : Facteur de tension.
 m : Rapport de transformation .
 M : facteur de charge.
 Z_t : Impédance du transformateur.
 R_t : Résistance du transformateur.
 X_t : Impédance du transformateur.
 λ : Résistivité linéique des conducteurs.
 ρ : Resistivite du conducteur en service normal.

Table de Matières

Introduction	1
---------------------------	----------

Chapitre I : Présentation de l'Entreprise SE TOUDJA

Introduction	2
I.1 Présentation de l'Entreprise	2
I.1.1 Historique et situation géographique	2
I.2 L'organigramme de l'entreprise SE TOUDJA.....	4
I.2.1 Service du personnel	5
I.2.2 Service technique	5
I.2.2.1 Section de production	5
I.2.2.3 Section de la maintenance	5
I.2.3 Service commercial	5
I.2.4 Service de Qualité	5
I.2.5 Service sécurité et moyens généraux	5
I.3 Les différentes services offerts de toudja (SARL GB)	5
I.4 Mission et objectifs	5
Conclusion	6

Chapitre II Généralité et méthodologie de dimensionnement d'une installation électrique

Introduction	7
II.1 Généralité sur les armoires électriques	7
II.1.1 Description des armoires électriques	7
II.1.2 Différents types des armoires électriques.....	7
II.1.2.1 Armoires électriques de distribution	7
II.1.2.2 Armoire électrique de commande	7
II.1.2.3 Armoire électrique de sécurité	7
II.2 Méthodologie de dimensionnement d'une installation électrique	8
II.2.1 Bilan de puissance	8
II.2.1.1 Puissance installée P_n	8
II.2.1.2 Puissance utilisée P_u	8
II.2.1.2.1 Facteurs d'utilisation (K_u)	9
II.2.1.2.2 Facteurs de simultanéité (K_s)	9
II.2.1.2.3 Facteurs de l'extension (K_e)	9
II.2.2 Détermination et choix de la section des câbles	9
II.2.2.1 Câble électrique	9
II.2.2.2 Constitution de câble	10
II.2.2.3 Méthode de calcul de la section des câbles	10
II.2.2.3.1 Courant d'emploi I_b	11
II.2.2.3.2 Courant admissible	
Iad.....	11

II.2.2.3.3 Facteurs de correction et choix de la section s1 Satisfaisant l'échauffement	11
II.2.3 Déterminations de la chute de tension	12
II.2.4 Le jeu de barres	13
II .2.4.1 Méthodologie générale de choix et dimensionnement des jeux de barres.....	13
II.2.5 Calcul des courants en court -circuit	13
II.2.5.1 Définition de courant en court-circuit	13
II.2.5.1.1 Le courant maximal de court-circuit	13
II.2.5.1.2 Le courant minimal de court-circuit	13
II.2.5.2 Les principaux défauts de court-circuit	13
II.2.5.2.1 Court-circuit triphasé	13
II.2.5.2.2 Court-circuit biphasé isolé	14
II.2.5.2.3 Court-circuit biphasé – terre	14
II.2.5.2.4 Court-circuit monophasé	15
II.2.5.3 Méthodes de détermination des courants de court-circuit	15
II.2.5.3.1 Méthode d'impédance	15
II.2.6 Choix des dispositifs de protection	16
II.2.6.1 Protection par disjoncteur	17
II.2.6.2 Protection par fusible	17
II.2.6.3 Association de dispositifs de protection	17
II.2.7 Sélectivité de protection	17
II.2.7.1 Sélectivité Ampèremétrique	18
II.2.7.2 Sélectivité chronométrique	18
II.2.7.3 Sélectivité combinée.....	19
II.2.8 Mise en œuvre la technique de La filiation.....	19
II.2.8. Définition de la filiation.....	19
II.2.8.2 Le avantages de la filiation.....	20
II.2.9 Schém de liaison a la terre.....	20
II.2.9. Les différentes schéma de liaison a la terre.....	20
II.2.9.2. Neutre isole ou impédant IT.....	20
II.2.9.2. Shema TT (Neutre a la terre).....	21
II.2.9.1. Shema TN (Mise au neutre).....	22
Conclusion.....	23

Chapitre III Bilan de puissance

Introduction.....	24
III.1 Schéma unifilaire de l'installation	24
III.2 Indentification des déferents récepteurs d'installation	25
III.3 Calcul de la puissance installée	25
III.4 Calcul de la puissance d'utilisation.....	28
III.4.1 Puissance utile d'une charge P_{ui}	28
III.4.2 Puissance utile d'une branche P_{uj}	28
III.4.3 La charge totale du TGBT.....	28

III.5	Détermination de facteur de puissance total « $\cos\varphi$ »	29
III.6	Caractéristiques de l'installation	29
III.7	Choix et dimensionnement du transformateur	30
III.7.1	Calcul du rapport de transformation	30
III.7.2	Calcul du courant secondaire	31
III.7.3	Calcul du courant primaire	31
III.7.4	Détermination de la tension de court-circuit du transformateur U_{CC}	31
III.7.5	Les caractéristiques du transformateur	32
III.8	Choix et dimensionnement du groupe électrogène.....	32
	Conclusion.....	32

Chapitre IV : Dimensionnement et choix des éléments de l'installation

Introduction.....	33
IV.1 Conditions générales de choix et de dimensionnement des câbles.	33
IV.2 Caractéristiques des câbles.....	33
IV.3 Détermination des sections des câbles	34
IV.3.1 Détermination des courants influençant sur la section.....	34
IV.3.1.1 Courant d'emploi I_B	34
IV.3.1.2 Le courant admissible I_{ad}	35
IV.3.1.3 Le courant fectif I_f	35
IV.3.2 Calcul et choix des sections des câbles en bas tension	35
IV.3.2.1 Calcul de la section selon l'échauffement S_i	35
IV.3.2.2 Vérification de la chute de tension	35
IV.4 Choix et dimensionnement des jeux de barres	41
IV.4.1 Le courant nominal I_n	41
IV.4.2 Le courant admissible I_{ad}	41
IV.4.3 Vérification aux la contrainte thermique	41
IV.5 Calcul des courants en court-circuit.	44
IV.6 La protection électrique	49
IV.6.1 Dimensionnement et choix des disjoncteurs de protection	49
IV.6.2 Détermination les caractéristiques du disjoncteur	49
IV.6.2.1 Calcul les calibres et les pouvoirs du coupure (pdc) des différents disjoncteur	49
IV.6.2.2 Calibrage de disjoncteur de tête	49
Conclusion.....	52
Conclusion Générale	53
Liste Bibliographique	
Annexes	



Introduction Générale

Introduction Générale

Lorsqu'on parle des installations électriques industrielles, on aborde un vaste domaine qu'est l'électricité. Composante essentielle de nos vies, l'électricité est devenue un produit de première nécessité, tant sur le plan domestique qu'industriel. Pour bien maîtriser cette énergie, il est crucial de choisir les équipements adéquats ainsi que les composants électriques tels que les câbles, les transformateurs, les disjoncteurs et les relais.

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 du réseau. Avant de réaliser une installation électrique, on doit faire une étude bien précise sur le dimensionnement et choix des éléments, qui nous permettant un fonctionnement permanent et une disponibilité en continu de notre installation.

L'objectif de notre projet est savoir comment faire l'étude et le dimensionnement de n'importe quelle installation électrique industrielle, et pour atteindre notre objectif le travail est reparti en quatre chapitres :

- ✓ Le premier chapitre sera dédié à la présentation de l'entreprise d'accueil SE TOUDJA EL KSEUR « SARL SPC GB ».
- ✓ Le deuxième chapitre est consacré aux généralités sur l'installation électrique ainsi qu'à la méthodologie de dimensionnement de cette dernière.
- ✓ Dans le troisième chapitre nous allons exposer le bilan de puissance de l'installation « SARL SPC GB ».
- ✓ Enfin, dans le dernier chapitre traitera le dimensionnement et le choix des éléments de protection de cette installation.

Nous concluons notre travail par une conclusion générale.



Chapitre I

Présentation de l'Entreprise SE TOUDJA EL KSEUR

Chapitre I

Présentation de l'Entreprise SE TOUDJA EL KSEUR

Introduction

La filière des boissons en Algérie, selon les professionnels, est un marché prometteur. En effet, ce segment de l'industrie agroalimentaire enregistre ces derniers temps des taux de croissance appréciables.

Une étude récente, réalisée par des experts algériens et étrangers dans le cadre du programme MEDA, au profit des productions algériennes de boissons (AP AB), confirme ce constat. Chiffres à l'appui, elle met en évidence le développement rapide de ce secteur, où de nombreuses entreprises locales se distinguent par leurs innovations. Ces entreprises rivalisent désormais avec les grandes majors mondiales telles que Coca-Cola et Pepsi-Cola. Parmi elles, la Société de Production de Jus et Boissons Gazeuses Gadouche Boualem (Sarl SPC GB, acronyme de Société de Produits de Confiserie Gadouche Boualem) se démarque particulièrement.

I.1 Présentation de l'Entreprise [1]

Toudja est une entreprise agroalimentaire fondée en 1936. Elle est composée de trois sous-unités : la première à Toudja, la deuxième à El Kseur et la troisième à Bejaia. Sa gamme de production inclut de l'eau minérale, des boissons fruitées, des sodas et des nectars.

La SARL UNILAIT, l'une des unités de Toudja, produit des boissons (jus et sodas). Située dans la zone industrielle d'El Kseur (Bejaia), cette unité, établie en 2015, a connu une croissance significative grâce à son système automatisé.

Cette unité, dotée de deux lignes de production pour le jus et le soda, peut produire jusqu'à 12 000 bouteilles de soda par heure et 9 200 bouteilles de jus par heure, avec différents formats.

I.1.1 Historique et situation géographique

La SARL SE TOUDJA est une entreprise agroalimentaire basée à Béjaia, spécialisée dans la production d'eaux minérales, de boissons fruitées et de boissons gazeuses. La limonadière Sarl SPC GB, fondée en 1936 par Monsieur Gadouche Boualem, est à l'origine de cette entreprise. À partir de 1992, les héritiers de la marque GB (les frères Gadouche) ont commencé à commercialiser de l'eau gazeuse et des jus de fruits sous la marque TOUDJA.

En 1996, l'entreprise inaugure une usine moderne de production et d'embouteillage d'eaux minérales naturelles à Toudja, appelée Société de l'Eau de Toudja (SET).

-En 2003, l'entreprise inaugure une unité spécialisée dans la production de boissons fruitées et de boissons gazeuses, embouteillées dans des bouteilles en verre à El-Kseur, nommée Sarl SPC GB.

- En 2015, l'entreprise ouvre une unité dédiée à la production de boissons fruitées et de boissons gazeuses, embouteillées dans des bouteilles en PET à El-Ksour, appelée Sarl UNILAIT.

Le groupe TOUDJA compte actuellement les principales unités suivantes :

- ✚ Unité spécialisée dans la production de jus 1L et 2L avec un emballage en titra pack située
Dans la zone industrielle de Bejaia ;
- ✚ Unité de production d'eau minérale naturelle et de jus de fruits en bouteille de PET de 0.5L

Et 1.5L située à TOUDJA ;

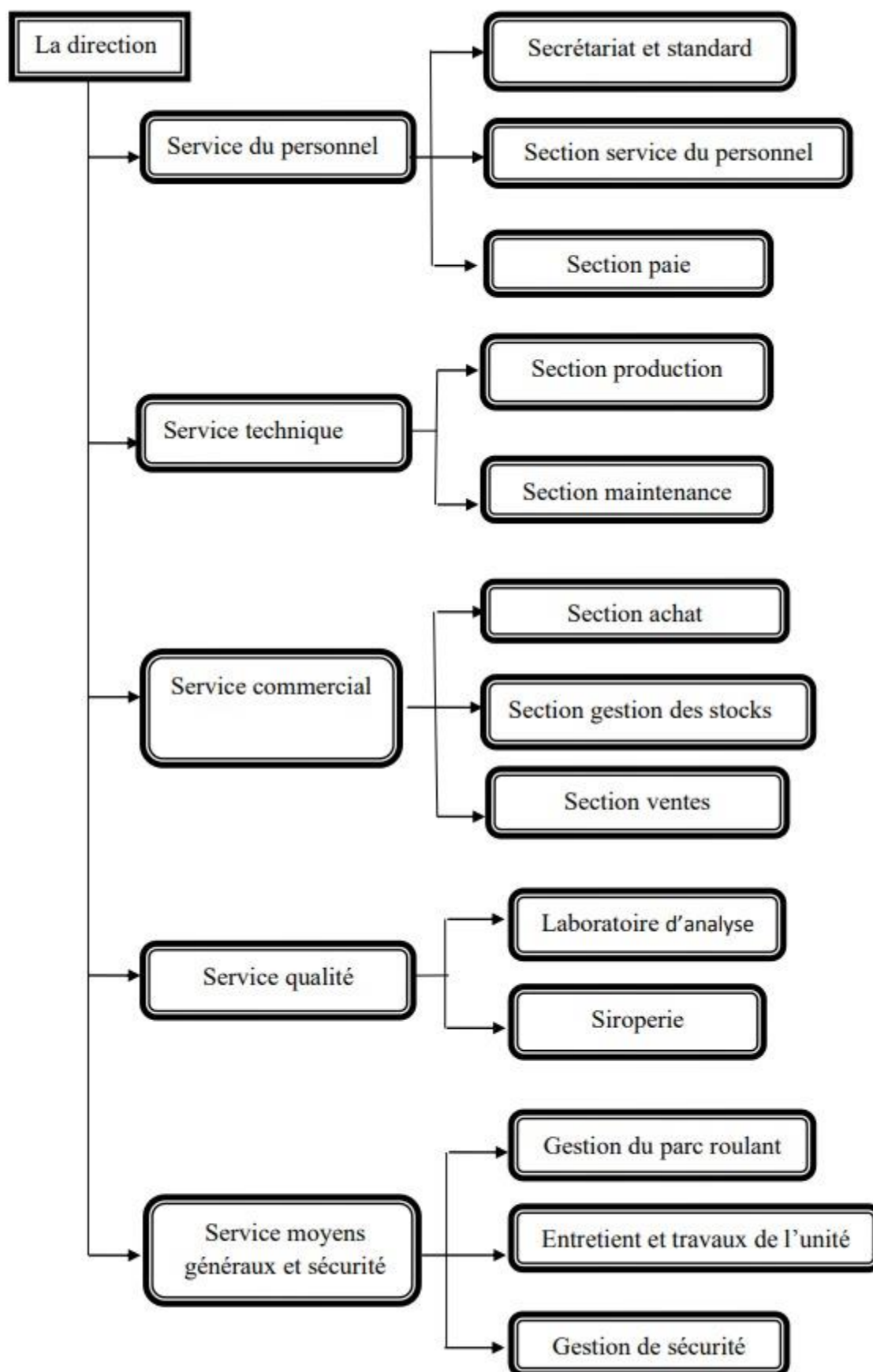
- ✚ Unité de production de concentrés de fruit et émulsion située à Toudja nommée AGHEM.
- ✚ Deux unités de production de jus de fruits, les sodas et d'eau gazéifiée aromatisée conditionnés des bouteilles de 0.25L en verre et en PET en plusieurs format 2litre, 1.25litre, 1litre, 0.33litre située à la zone industrielle d'El-kseur .

Notre étude a été menée au sein de la Sarl TOUDJA, spécialisée dans la production de boissons gazeuses et de boissons fruitées conditionnées dans des bouteilles en verre. Cette unité est implantée dans la commune d'El-Kseur, à 25 km à l'ouest de la ville de Bejaia. Ses limites géographiques comprennent la commune de Toudja au nord, la commune d'Oued-Ghir à l'est, la commune d'Amizour au sud et la commune de Fenaïa Il-maten à l'ouest.



Figure I.1 Image satellite de position entreprise SE Toudja

I.2 L'organigramme de l'entreprise SE TOUDJA[1]



L'unité est composée de cinq sections :

I.2 .1 Service du personnel

Il gère quotidiennement les tâches administratives de l'entreprise concernant la gestion du personnel.

I.2.3 Service technique

C'est le service qui contient les sections production et maintenance.

I.2 .3 .1 Section de production

Responsable de bon fonctionnement et de l'organisation général des ateliers de fabrication.

I.2.3.2 Section de la maintenance

Les cadres chargés de l'entretien, de la sécurité et de la mise à disposition des équipements de production et des utilités sont regroupés.

I.2.4 Service commercial

Ce département est responsable de la communication des produits et du développement de la base de données clients de l'entreprise.

I.2.5 Service de Qualité

La section qualité a pour mission de vérifier la conformité des produits finis par rapport aux normes et aux exigences réglementaires en vigueur.

I.2.6 Service sécurité et moyens généraux

Ce service veille à la sécurité du personnel et du matériel. Il est responsable de fournir aux structures les moyens nécessaires pour assurer le bon déroulement des activités au sein de l'unité.

I.3 Les différents services offerts de SE Toudja (SARL GB)[1]

La SARL GB propose un produit de grande valeur sur le marché national. Elle offre plusieurs services, notamment :

- Une excellente qualité de boissons (jus et sodas) ainsi que d'eau minérale.
- Des prix compétitifs sur le marché.
- Une gamme de 10 parfums de jus et de nectars, disponibles en bouteilles de verre de 0,25 litres, et en cartons de 1,25 litres et 2 litres.
- 6 parfums disponibles en bouteilles de 0,33 litres, 1 litres et 2 litres.
- Un service de livraison couvrant l'ensemble du territoire national.
- La disponibilité continue de tous les produits Toudja sur le marché.

I.4 Mission et objectifs

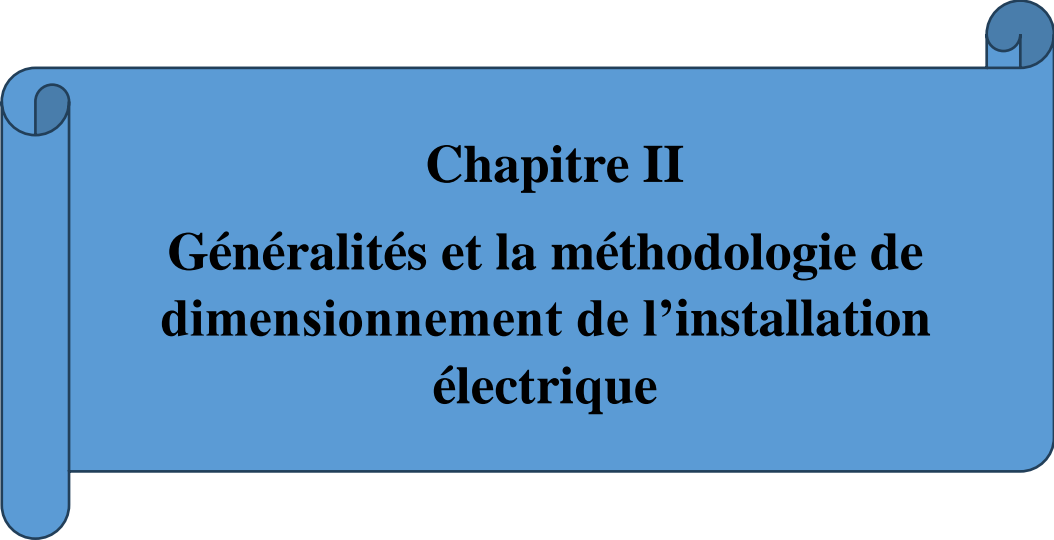
L'entreprise vise à augmenter la production et à garantir la qualité ainsi que le conditionnement des jus à des prix très compétitifs, dans le but de satisfaire et fidéliser les clients.

Les objectifs de SPC GB sont les suivants :

- Étendre la distribution de ses produits sur tout le territoire national.
- Moderniser ses installations en termes de machines et de techniques pour accroître le volume de production.

Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons abordé de manière générale le concept de l'entreprise. Cette étude constitue la base de notre projet de fin d'étude, le prochain chapitre consistera à approfondir notre compréhension et en mettant en œuvre les méthodologies appropriées.



Chapitre II
**Généralités et la méthodologie de
dimensionnement de l'installation
électrique**

Chapitre II

Généralité et la méthodologie de dimensionnement D'une installation électrique

Introduction

Une installation électrique englobe l'ensemble des dispositifs et éléments, chacun ayant un rôle précis. Cela comprend les câbles, les prises, les interrupteurs, les disjoncteurs, les tableaux électriques, ainsi que tous les composants nécessaires pour garantir la sécurité et le bon fonctionnement du système électrique.

Dans ce chapitre, nous aborderons les généralités ainsi que les différentes méthodologies de dimensionnement des installations électriques.

Donc qu'est-ce qu'une armoire électrique ?

II.1 Généralités sur les armoires électriques [2]

II.1.1 Description des armoires électriques

Une armoire électrique contient un coffret métallique contenant divers composants électriques tels que des disjoncteurs, des fusibles, des contacteurs, des relais, des transformateurs, des dispositifs de protection et de commande, ainsi que des câblages. Ces armoires sont utilisées pour distribuer, protéger et contrôler l'alimentation électrique dans divers environnements industriels, elles sont conçues pour assurer la sécurité des installations électriques et faciliter la maintenance et le dépannage.

II.1.2 Différents types des armoires électriques

II.1.2.1 Armoires électriques de distribution

L'armoire électrique de distribution est conçue pour recevoir et distribuer l'électricité à différents circuits. Elle est souvent utilisée dans les installations électriques résidentielles commerciales.

II.1.2.2 Armoire électrique de commande

L'armoire électrique de commande est utilisée pour contrôler et automatiser les protections industrielles. Elle abrite les dispositifs de commande tels que les automates programmables, les relais, les contacteurs et les variateurs de la vitesse. Ces armoires sont essentielles dans les usines de fabrication, les installations de production et les systèmes de contrôle industriel.

II.1.2.3 Armoire électrique de sécurité

Les armoires électriques de sécurité sont spécialement conçues pour protéger les personnes et les équipements contre les risques électriques. Elles intègrent des dispositifs de détection de courant de fuite, des disjoncteurs différentiels, des systèmes de mise à la terre et d'autres mécanismes de sécurité.

II.2 Méthodologie de dimensionnement d'une installation électrique [3]

L'étude d'une installation électrique se fait méthodiquement en respectant les étapes suivantes :

- Réalisation d'un bilan de puissance de toute l'installation ;
- Détermination des sections de câble ;
- Détermination de la chute de tension ;
- Détermination des courants de court-circuit ;
- Choix des dispositifs de protection ;
- Détermination des calibres In des déclencheurs des disjoncteurs ;
- Sélectivité des protections
- Mis en œuvre de la technique de filiation ;
- Sélectivité renforcée par filiation ;
- Vérification de la protection des personnes.

II.2.1 Bilan de puissance [4]

Le bilan de puissance est une étape indispensable dans une installation électrique, il prend en compte la totalité des puissances des appareils installés et leur utilisation.

Pour réaliser un bilan des puissances plusieurs paramètres doivent être pris en compte :

- ❖ Réaliser un schéma de l'installation électrique en mettant en évidence les circuits, tableaux et récepteurs
- ❖ Notez sur le schéma la puissance des récepteurs.
- ❖ Calculer la puissance de ces derniers en appliquant le coefficient K_u adapté.
- ❖ Ajoutez toutes les puissances des circuits d'un tableau pour obtenir leur somme.
- ❖ Appliquez à ce résultat le coefficient K_s du nombre de départ. Ceci permettra de connaître la puissance du tableau.
- ❖ Suivez ces mêmes étapes jusqu'au tableau basse tension.

II.2.1.1 Puissance installée P_n (Kw)

La puissance active installée par l'entreprise et la somme de la puissance nominale de tous les charges. Cette puissance sera ensuite utilisée pour calculer la puissance réelle consommée en utilisant les facteurs d'utilisation et de simultanéité correspondant à chaque niveau d'installation [5].

II.2.1.2 Puissance utilisée P_U (kw)

Elles représentent la puissance réellement nécessaire aux différents circuits de l'installation électrique à la source. Elle est inférieure à la puissance installée car les récepteurs n'absorbent pas tous leur puissance nominale en même temps [5].

Nécessite de la détermination des trois facteurs suivants :

- **Facteurs d'utilisation (K_u) ;**
- **Facteurs de simultanéité (K_s) ;**
- **Facteurs de d'extension (K_e) ;**

II.2.1.2.1 Facteurs d'utilisation (Ku) [5]

Facteur d'utilisation ou facteur de charge (Ku) indique le taux d'emploi d'un récepteur par rapport à la durée d'usage, il s'applique individuellement à chaque récepteur. Une installation industrielle, ce facteur peut être estimé en moyenne à 0,75 pour les moteurs. Pour l'éclairage et le chauffage, il sera toujours égal à 1. Pour les prises de courant, tout dépend de leur destination

Utilisation	Facteur d'utilisation Ku
Éclairage conditionnement d'aire	1
Chauffage électrique, chauffage d'eau	1
Prise de courant (n : nombre de prise alimenter par le même circuit	Si : $n > 6 \rightarrow 0.6$ $n < 6 \rightarrow 0.1 + (0.9/n)$
Moteur électrique	0.75

Tableau II.1 Facteur d'utilisation pour les différentes charges

II.1.2.2.2 Facteurs de simultanéité (Ks) [5]

Facteurs de simultanéité (Ks). Tous les récepteurs ne fonctionnent pas en même temps, c'est pourquoi on peut leur appliquer des facteurs de simultanéité. Ce dernier s'applique à chaque regroupement de récepteurs, ce facteur on peut l'estimer selon le tableau suivant :

Nombre de récepteur	Facteurs de simultanéité Ks
1 à 3	0.9
4 à 6	0.8
6 à 9	0.7
10 et plus	0.6

Tableau II.2 Facteur de puissance en fonction du nombre de récepteurs

II.2.1.2.3 Facteur d'extension (Ke) [5]

Une installation peut subir des modifications ou des extensions. Le coefficient [Ke ou Kr] est un facteur de réserve utilisé lors des extensions pour anticiper les évolutions prévisibles de l'installation. Ce coefficient est généralement appliqué au niveau des distributions principales et ne modifie pas l'ensemble de l'installation. Sa valeur est généralement établie à au moins 1 ; en l'absence de précision, la valeur courante utilisée est de 1,2.

II.2.2 Détermination et choix de la section des câbles [6]

II.2.2.1 Câble électrique

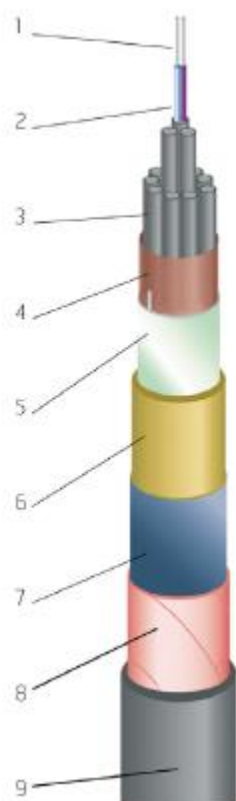
Un câble est constitué d'un certain nombre de conducteurs, électriquement séparés mais mécaniquement solidaires, généralement enrobés dans une gaine protectrice souple.

Il existe deux types de câbles :

- ❖ Câble unipolaire ou câble à un conducteur

❖ Câble multipolaire ou multiconducteur

II.2.2.2 Constitution de câble



Ame conductrice.
Isolant (enveloppe isolante ou diélectrique)
Gains intermédiaires sous blindage.
Ruban séparateur : en polyester ou non tissé
Fil de continuité (drain de masse) : en cuivre, pour le raccordement à la terre de l'écran
Ecran : ruban ou tresse. Blindage électromagnétique afin déprotéger le câble et l'environnement des perturbations électromagnétiques
Gains intermédiaires sous armure
Blindage mécanique (ou armure) : tresse ou feuillard pour protéger les câbles des couches mécaniques coupures et rongeurs
Gains extérieurs : doit et réadaptée al

Figure II.1 Constitution d'un câble électrique

II.2.2.3 Méthode de calcul des sections des câbles

Il est important de calculer correctement la section du câble utilisé lors de vos installations électriques. En effet un câble trop faible va entraîner un échauffement dû à la résistance du câble (ce qui peut créer un incendie) et une perte de tension, une section trop importante peut entraîner un problème de poids et de coût.

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

- ✓ Déterminer le courant maximal I_b des récepteurs alimentés
- ✓ Déterminer la section $S1$ Satisfaisant l'échauffement de l'amé 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 facteur de correction global f .
 - Des valeurs des courants admissibles des différents types de câble dans les conditions Standards d'installation.
- ✓ Déterminer la section $S2$ 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 S retenue. La section technique S à retenir est la valeur maximale parmi les section S_1, S_2, S_3 .
- ✓ Choisir la section économique.

II.2.2.3.1 Courant d'emploi I_b

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

- En courant continu :
$$I_b = \frac{P}{U} \quad (\text{II.1})$$

- En monophasé :
$$I_b = \frac{S}{U} \quad (\text{II.2})$$

- En triphasé :
$$I_b = \frac{S}{U \times \sqrt{3}} \quad (\text{II.3})$$

Avec

U : Tension entre les deux conducteurs pour le monophasé ou triphasé.

P : puissance absorbée.

S : Puissance apparente absorbée (VA).

II.2.2.3.2 Courant admissible I_{ad}

Valeur maximale du courant qui peut parcourir en permanence, dans des conditions données un conducteur, sans que sa température de régime permanent soit supérieure à la valeur spécifique.

Le courant admissible par l'âme conductrice d'un câble est donnée par l'expression :

$$I_{ad} \geq \frac{I_b}{f} \quad (\text{II.4})$$

f : Facteur de correction global qui caractérise l'influence des différentes conditions d'installation .

I_b : courant d'emploi maximal.

II.2.2.3.3 Facteurs de correction et choix de la section s_1 Satisfaisant l'échauffement [3]

Le facteur de correction global f caractérise l'influence des différentes conditions d'installation. Il s'obtient en multipliant les facteurs de correction f_i

- Le facteur de correction pour f_1 mesure l'influence du mode de pose.
- Le facteur de correction f_2 prend en compte l'influence mutuelle des circuits places cote a cote.
- Le facteur f_3 est un facteur de correction pour des températures ambiantes différentes de «30° C » (câbles posés dans l'aire).

- Le facteur de correction du neutre charge f_s , selon la norme (NF C15 – 100).

$$K_n = 0.84.$$

$$K_n = 1.45.$$

- Le facteur f_s dit de symétrie selon la norme (NF C 15 – 105).
 $f_s = 1$ pour 2 et 4 câbles par phase avec le respect de la symétrie .
 $f_s = 0.8$ pour 2 , 3 et 4 câbles par phase si non-respect la symétrie .

II.2.3 Déterminations de la chute de tension [7]

L'impédance d'un câble est faible mais non nulle, lorsqu' elle traverse par le courant de service, il y a une chute de tension entre son origine et son extrémité. La bonne marche des récepteurs étant conditionnée par la valeur de la tension à leurs bornes. Il est nécessaire de limiter cette chute de tension.

D'après la norme C15- 100, la chute de tension entre l'origine de l'installation BT et tout point d'utilisation ne doit pas dépasser certains pourcentages comme le montre dans le tableau ci-dessous :

Type d'alimentation	Eclairage	Autre usage (force motrice)
Alimentation par le réseau BT de distribution publique	03%	05%
Alimentation par poste prive HT BT	06%	08%

Tableau II.3 chutes tension admissible dans les réseaux BT [8]

Le tableau suivant donne les formules usuelles qui permettent de calculer la chute de tension dans un circuit donné :

Type de distribution	Nature de la chute de tension	Chute de tension (V)	Chute de tension en (%)
Mono phase biphasé	Entre phase	$\Delta U = 2I_b L(r \cos \varphi + x \sin \varphi)$	$100 * \frac{\Delta U}{U_n}$
	Entre phase et neutre	$\Delta U = 2I_b L(r \cos \varphi + x \sin \varphi)$	$100 * \frac{\Delta U}{V_n}$
Triphasé équilibré	Avec ou sans neutre	$\Delta U = \sqrt{3} I_b L(r \cos \varphi + x \sin \varphi)$	$100 * \frac{\Delta U}{U_n}$

Tableau II .4 Formule de calcul de la chute de tension [7]

- r : résistance linéique par unité de longueur des câbles (Ω/km) ;
- X : réactance linéique par unité de longueur des câbles (Ω/km) ;
- L : longueur du conducteur
- V_n : tension simple ;
- U_n : tension composée ;

II.2.4 Le jeu de barres [9]

Le jeu de barres est essentiellement la "colonne vertébrale" de tout système de distribution. Il se compose d'un jeu de barres principal et de jeux de barres dérivés qui fournissent et répartissent l'énergie électrique.

La section nécessaire des barres se détermine en fonction du courant d'utilisation, de l'indice de protection de l'enveloppe et après vérification de contraintes thermiques de court-circuit.

II.2.4.1 Méthodologie générale de choix et dimensionnement des jeux de barres

La procédure à suivre pour dimensionner des jeux de barres est la suivante :

1. Calcul du courant nominal I_n parcouru dans un jeu de barre ;
2. Le courant admissible maximal I_{ad} ;
3. Vérification aux contraintes thermiques :
 - Au passage de courant assigné (I) ;
 - Au passage d'un courant de court-circuit I_{cc} .

II.2.5 Calcul des courants en court -circuit [10]

Toute installation électrique doit être protégée contre les courants de court-circuit.

II.2.5.1 Définition de courant en court-circuit

Un courant de court-circuit est un courant provoqué par un défaut d'impédance négligeable entraîne des points d'installation présentant normalement une différence de potentiel. L'intensité de court-circuit doit être calculée à différentes étapes de l'installation pour déterminer les caractéristiques du matériel qui doit supporter ou couper ce courant de défaut, en général sa valeur varie de $2 \cdot I_n$ à $20 \cdot I_n$.

On distingue deux (2) type des courants en court -circuit :

II.2.5.1.1 Le courant maximal de court-circuit

- Le pouvoir de coupure (PDC) des disjoncteurs ;
- Le pouvoir de fermenteur des appareils ;
- La tenue électrodynamique des canalisations et de l'appareillage ;

II.2.5.1.2 Le courant minimal de court-circuit

- La vérification des conditions de coupure en cas de défaut lorsque le dispositif de protection est disjoncteur,
- La vérification des contraintes thermique des conducteurs lorsque le dispositif de protection est un fusible ;

II.2.5.2 Les principaux défauts de court-circuit [7]

II.2.5.2.1 Court-circuit triphasé

❖ Courant en court-circuit triphasé ICC

L'intensité de ce court-circuit est égale à :

$$I_{cc} = \frac{U\sqrt{3}}{Z_{CC}} \quad (\text{II .5})$$

- U : tension entre phase en volt (v)
- Z_{cc} : impédance équivalente du circuit en ohm (Ω)

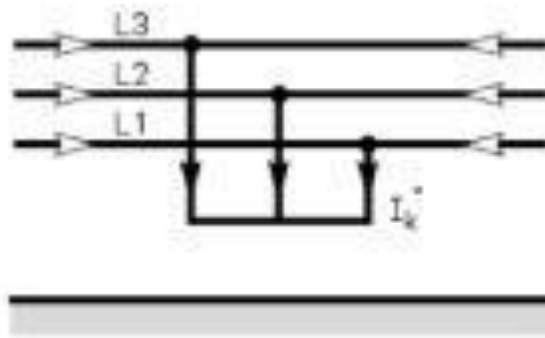


FIGURE II.2 Court-circuit triphasé symétriques.

II.2.5.2.2 Court-circuit biphasé isole

C'est le défaut qui correspond à la réunion des deux phases. L'intensité de ce court-circuit est égale à :

$$I_{cc} = \frac{U}{2 \times Z_{cc}} \quad (\text{II. 6})$$

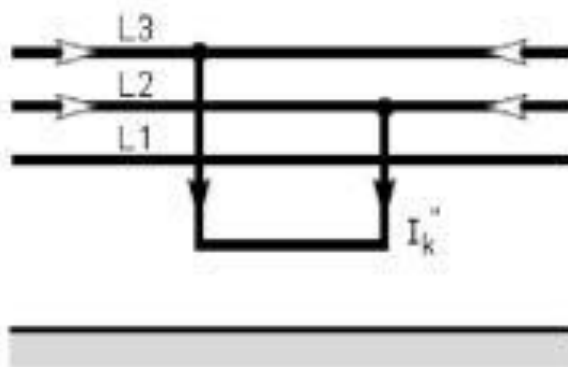


FIGURE II. 3 Court-circuit entre phases, isolé.

II .2.5.2.3 Court-circuit biphasé – terre

Il correspond à un défaut entre phase et la terre faisant intervenir l'impédance homopolaire Z_h .

L'intensité de court-circuit est égale a :

$$I_{cch} = \frac{\frac{U}{\sqrt{3}}}{Z_{cc} + Z_h} \quad (\text{II. 7})$$

- Z_h : impédance homopolaire en ohm (Ω)

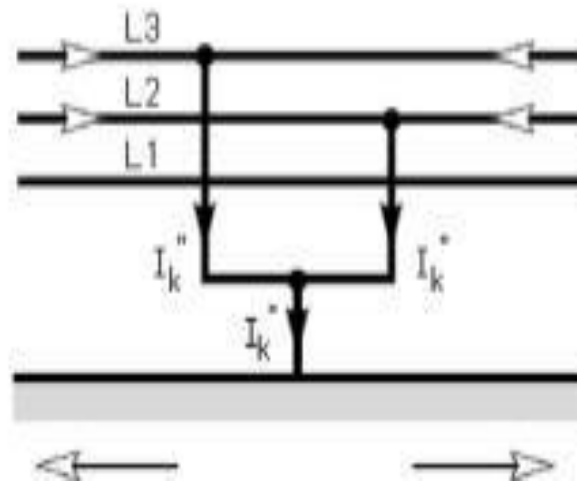


FIGURE II. 4 Court-circuit entre phases avec mise à la terre.

II.2.5.2.4 Court-circuit monophasé

Le contact entre une phase et le neutre accorde un défaut appelé court-circuit monophasé.

L'intensité de ce court-circuit est égale à :

$$I_{cc} = \frac{U}{\sqrt{3} Z_{cc} + Z_n} \quad (\text{II.8})$$

- Z_n : impédance de neutre en ohm(Ω)

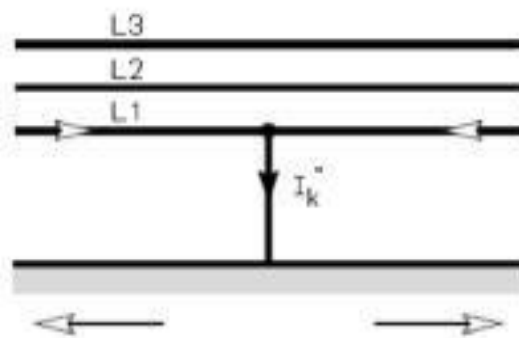


FIGURE II.5 Court-circuit phase terre.

II.2.5.3 Méthodes de détermination des courants de court-circuit [10]

Il est nécessaire de déterminer pour chaque circuit, le courant de court-circuit maximal présumé l'origine du circuit et de courant de court-circuit minimal présumé à l'extrémité du circuit.

Plusieurs méthodes ont été proposés par la norme C15-105 qui complet C15-100, parmi ces méthodes on trouve :

II.2.5.3.1 Méthode d'impédance [14]

Les méthodes des impédances qui permet de calculer les courants de défaut avec une bonne précision, cette méthode consiste à additionner toutes les résistances R et toutes les

réactances X du circuit en amont du court-circuit, puis à calculer l'impédance Z , et ensuite calculer I_{CC} par la loi d'ohm.

$$I_{cc} = \frac{m \times c \times U_n}{\sqrt{3} \times Z_{cc}} \quad (\text{II.9})$$

Avec :

$$Z_{cc} = \sqrt{Rt^2 + Xt^2} \quad Rt = \sum R \quad Xt = \sum X$$

I_{cc} : courant maximal du court-circuit ;

U_n : Tension nominal

Z_{cc} : Impédance parcourues par I_{CC} du générateur jusqu' au point de défaut

Rt : la somme des résistances situe en amont de ce point ;

Xt : la somme des réactances situe en amont de ce point ;

C : facteur de charge à vide ;

m : facteur de tension ;

Tableau qui détermine les résistances et les réactances de chaque partie de l'installation [3]

Partie de l'installation	Valeurs des résistances	Valeurs des réactances	Valeurs des impédances
Réseau amont	$R_A = 0.1 * Z_A$	$X_A = 0.995 * Z_A$	$Z_A = \frac{(m * U_n)^2}{S_{cc}}$
Transformateur	$R = \frac{P_{cu} * U_n^2 * 10^{-3}}{S^2}$	$X = \sqrt{Z_{tr}^2 - R_{tr}^2}$	$Z_A = \frac{u_{cc} * U_0}{100 * S_n}$
Les câbles	$R = f * \frac{L}{S}$	$X = 0.08 \text{ m}\Omega$	$Z_A = \sqrt{R^2 + X^2}$
Jeu de barre	$R = f * \frac{L}{S}$	$X = 0.15 \text{ m}\Omega$	$Z_A = \sqrt{R^2 + X^2}$
Disjoncteurs	Négligeable	$X = 0.15 \text{ m}\Omega$	$Z_A = 0.15 \text{ m}\Omega$

Tableau II.5 Tableau qui détermine les résistances et les réactances de chaque partie de l'installation.

II.2.6 Choix des dispositifs de protection [11]

Les dispositifs de protection, tels que les fusibles, disjoncteurs et relais thermiques, assurent la sécurité des installations ou des machines en interrompant automatiquement le circuit lorsque l'intensité dépasse le courant de réglage ou le calibre de protection.

Un dispositif de protection assure correctement sa fonction si :

- Son courant nominal ou de réglage I_n est situé entre le courant d'emploi et le courant admissible de la canalisation, soit :

$$I_b \leq I_n \leq I_z$$

- Son courant conventionnel de déclenchement I_2 est inférieure a $1,45 \times I_z$;

- Son pouvoir coupure (**PDC**) est supérieure à l'intensité de court-circuit maximale triphasé (I_{cc}) en son point d'installation, soit : $pdc \geq I_{cc}$.

II.2.6.1 Protection par disjoncteur [12]

Le disjoncteur fait partie des organes de protection de l'installation électrique,

- Il assure la protection des récepteurs branchés en bout des circuits électriques.
- Il protège les équipements et les canalisations (conducteurs et câbles).
- Il coupe le circuit en cas de surintensité ou de température excessive.
- Il offre une protection contre deux types de défauts : les surcharges et les court-circuit.

II.2.6.2 Protection par fusible [13]

Le fusible est un élément de faiblesse dans un circuit électrique. S'il y a surintensité c'est là que le circuit doit se couper. Actuellement les fusibles sont en cartouche. La fonction du fusible est d'assurer la protection des circuits électriques contre les courts circuits et les surcharges par la fusion d'un élément calibré lorsque le courant qui traverse dépasse la valeur de son calibre.

II.2.6.3 Association de dispositifs de protection [14]

L'utilisation d'un appareil de protection ayant un pouvoir de coupure inférieur au courant de court-circuit à son point d'installation est autorisée par les normes CEI 60364 et NF C 15-100 sous les conditions suivantes :

- Il existe en amont un autre dispositif ayant au moins le pouvoir de coupure nécessaire,
- L'énergie que laisse passer le dispositif placé en amont est inférieure à celle que peut supporter sans dommage l'appareil aval et les canalisations protégées par ces dispositifs.

Cette possibilité est mise en œuvre :

- Dans les associations disjoncteurs / fusibles,
- Dans la technique de filiation, qui utilise le fort pouvoir de limitation de certains disjoncteurs

II.2.7 Sélectivité de protection [15]

La sélectivité est une capacité d'un ensemble de protections à faire à la distinction entre les conditions pour lesquelles une protection doit fonctionner de celles où elle ne doit pas fonctionner. Les différents moyens qui peuvent être mis en œuvre pour assurer une bonne sélectivité dans la protection d'un réseau électrique, les plus importants sont les trois types suivants :

- Sélectivité ampéremétrique par les courants
- Sélectivité chronométrique par le temps
- Sélectivité combinée

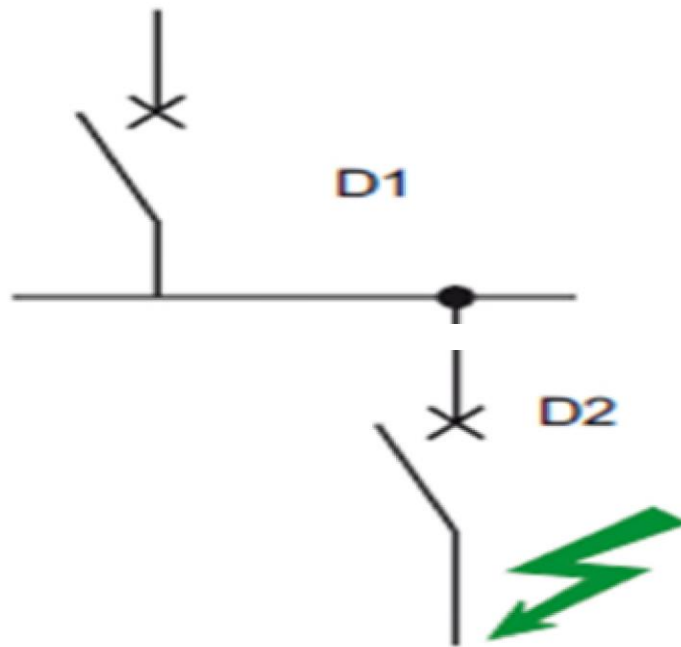


FIGURE II .6 Schéma représentative de la sélectivité.

II.2.7.1 Sélectivité Ampèremétrique

Elle repose sur le décalage en intensité des courbes de protection. Elle est totale si le courant de court-circuit en aval B I_{ccBest} inférieur au seuil de déclenchement magnétique I_{rmA}

Sinon elle est partielle. La sélectivité ampèremétrique est d'autant plus étendue que les calibres des disjoncteurs amont et aval sont différents, réalisée avec des disjoncteurs rapides elle est souvent partielle et son niveau est seulement I_{rmA} (fig .7)

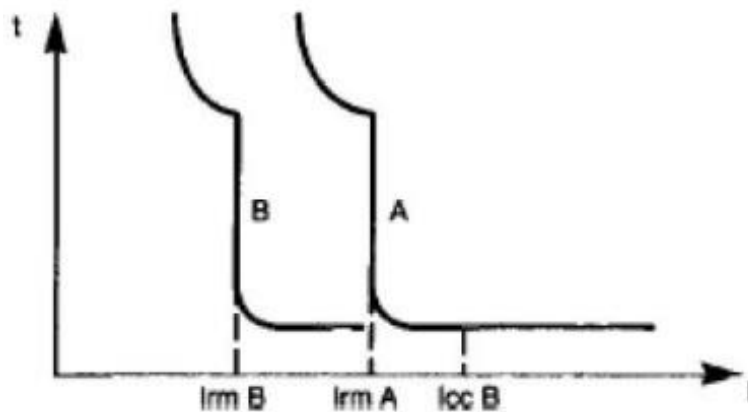


FIGURE II .7 Sélectivité ampérométrique.

II.2.7.2 Sélectivité chronométrique

Elle repose sur le décalage temporel des courbes de déclenchement et se détermine graphiquement, sélectivité totale le disjoncteur amont A dispose d'un retard intentionnel (par exemple Masterpact compact électronique).

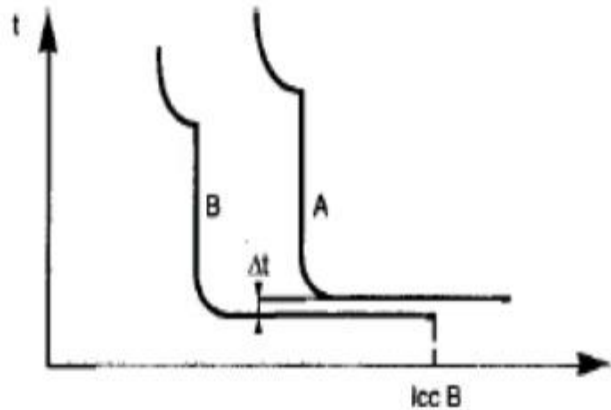


FIGURE II .8 Sélectivité Chronométrique.

II.2.7.3 Sélectivité combinée

Dans le but d'améliorer la sélectivité entre les disjoncteurs on peut combiner les deux techniques précédentes.

II.2.8 Mise en œuvre de la technique de filiation [16]

L'utilisation d'un appareil de protection possédant un pouvoir de coupure moins important que le courant de court-circuit présumé en son point d'installation est possible si un autre appareil est installé en amont avec le pouvoir de coupure nécessaire. Dans ce cas les caractéristiques de ces deux appareils doivent être telles que l'énergie limitée par l'appareil amont ne soit pas plus importante que celle que peut supporter l'appareil aval et que les câbles protégés par ces appareils ne subissent aucun dommage.

II.2.8.1 Définition de la filiation

C'est l'utilisation du pouvoir de limitation des disjoncteurs, lequel permet d'installer en aval des disjoncteurs moins performants. Le disjoncteur A joue alors un rôle de barrière pour les forts courants de court-circuit. Il permet ainsi en aval l'utilisation de disjoncteurs B ayant un pouvoir de coupure très inférieur au courant de court-circuit présumé.

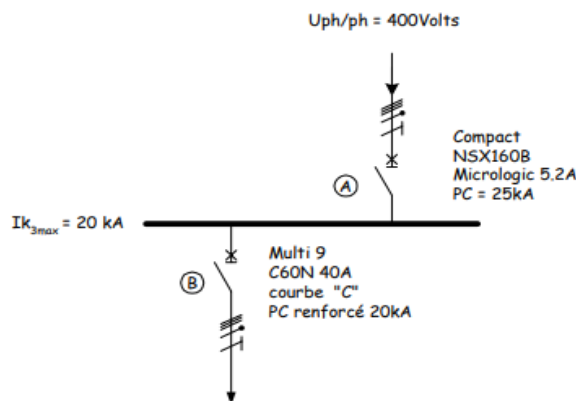


FIGURE II .9 Exemple de la filiation.

II.2.8.2 Les avantages de la filiation

Grâce à la filiation, des disjoncteurs possédant des pouvoirs de coupeurs inférieurs au courant de court-circuit présumé de l'installation peuvent être installés en aval de disjoncteurs limiteurs. Il s'en suit que de substantielles économies peuvent être fait au niveau de l'appareillage et des tableaux.

II.2.9 Schéma de liaison à la terre [17, 19]

Les schémas de liaison à la terre (SLT) décrivent la configuration d'un réseau de distribution par rapport à la terre. Pendant longtemps, et encore aujourd'hui, l'expression "régime de neutre" a été utilisée pour désigner cette configuration. La symbolisation des SLT par deux lettres a été introduite dans la norme NFC 15-100 de 1976.

II.2.9.1 Les différents schémas de liaison à la terre

En basse tension, les régimes de neutre et les schémas des liaisons à la terre sont régis par les normes CEI 364 et NFC 15-100. Trois schémas sont pris en considération. Chaque schéma est défini par deux lettres

La première lettre indique 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.

II.2.9.1.1 Neutre isolé ou impédant IT

C'est le régime préféré par la plupart des grandes entreprises industrielles en raison de sa fiabilité. Dans ce régime, le transformateur appartient à l'entreprise et la livraison d'électricité se fait en haute tension (HT) par Sonelgaz. Le neutre du transformateur est soit isolé de la terre, soit mis à la terre via une impédance élevée Z_n , tout comme les masses.

La coupure a lieu lors de deux défauts d'isolement simultanés par déclenchement des protections contre les surintensités (disjoncteur, fusibles) un limiteur de surtension c'est nécessaire.

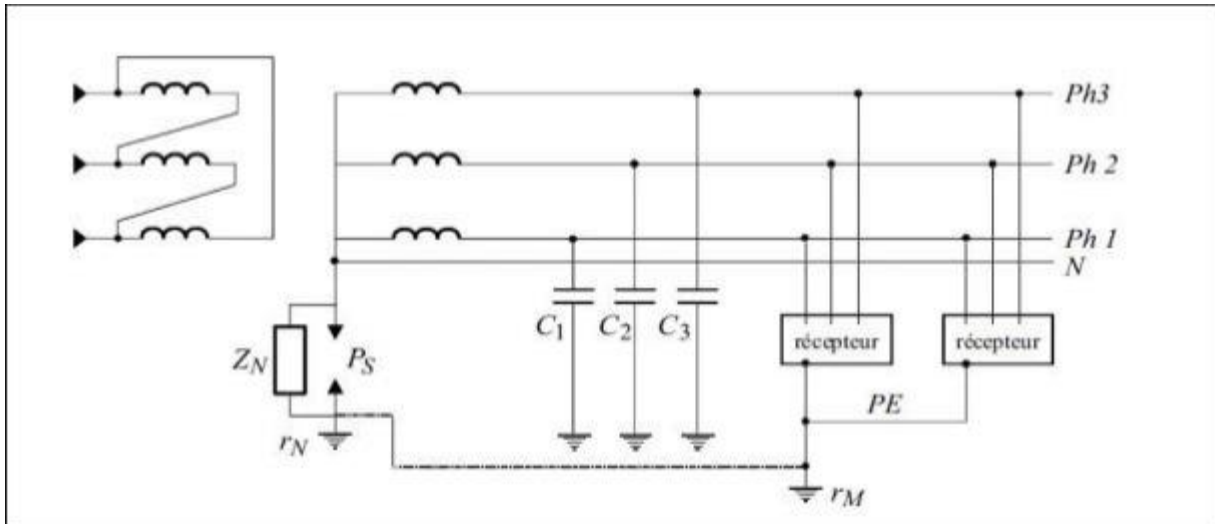


FIGURE II .10 Neutre isolé ou impédant (schéma IT) [18]

II.2.9.1.2 Schéma TT (neutre a la terre)

Le point neutre est relié directement à la terre (première lettre T). Les masses des récepteurs sont interconnectées, soient toutes ensemble, 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 même prise de 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.

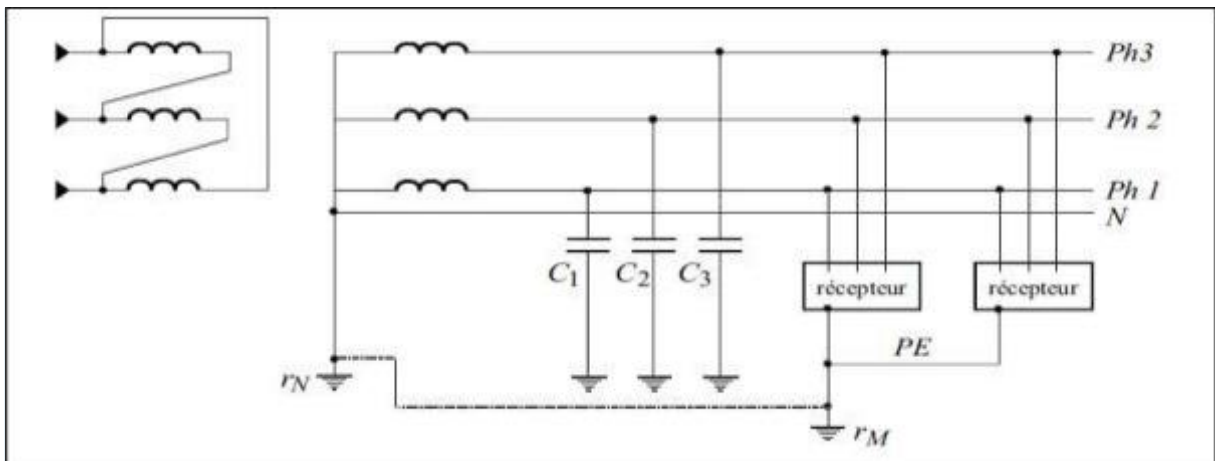


FIGURE II .11 Neutre a la terre (schéma TT). [18]

II.2.9.1.3 Le schéma TN (mise au neutre)

Il faut d'abord se souvenir que le but des SLT est de provoquer le fonctionnement des dispositifs de protection lorsqu'un défaut d'isolement entre un conducteur actif et une masse peut entraîner l'apparition d'une tension de contact dangereuse. Dans le cas du schéma TN, dit « mise au neutre », toutes les masses sont reliées ensemble par l'intermédiaire d'un conducteur de protection nommé PE. Ce conducteur est relié au neutre de la source (transformateur ou groupe), lequel est relié à la terre.

En cas de défaut d'isolement entre une phase et une masse, une situation équivalente a un court-circuit phase neutre créée. En principe le courant de défaut ainsi provoqué provoque le fonctionnement du dispositif de protection contre les courts circuits (DPCC).

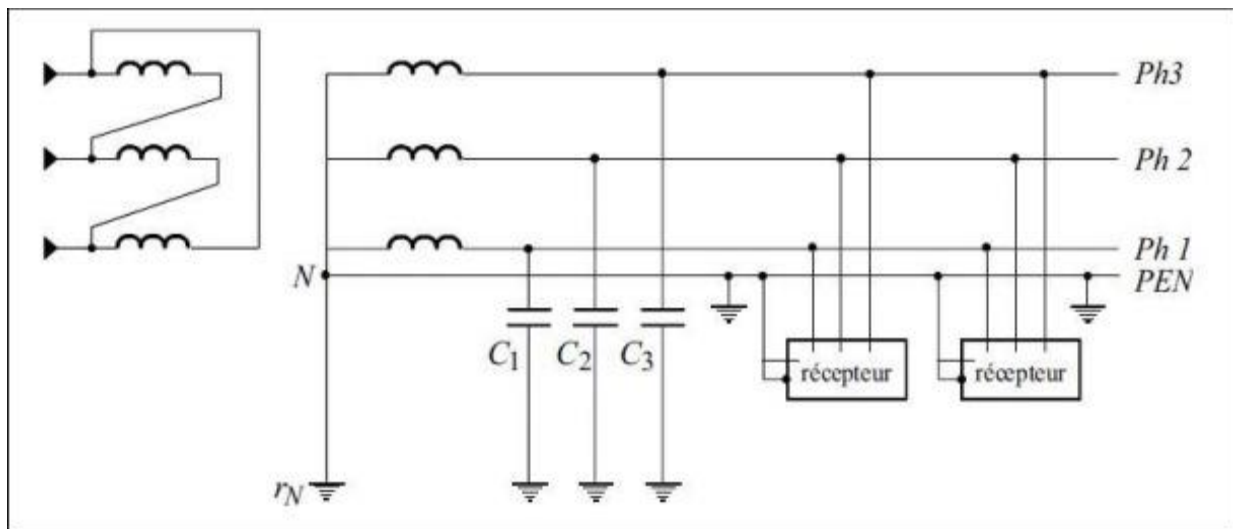


FIGURE II .12 Schéma TNC [18]

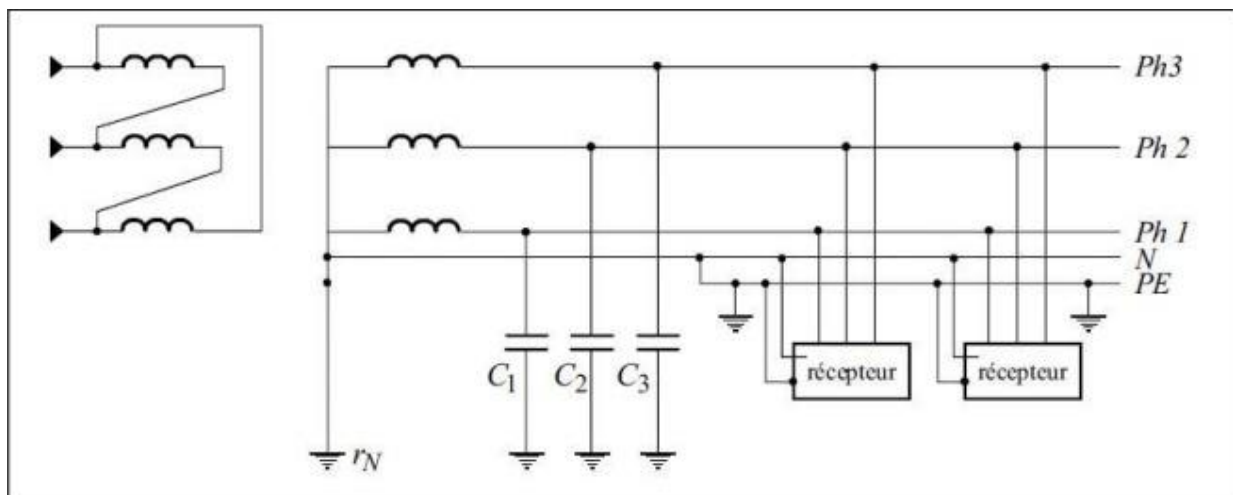


FIGURE II .13 Schéma TNS [18]

Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons décrit en détail les différentes étapes de la méthodologie à suivre pour le dimensionnement des installations électriques, ainsi que pour assurer leur fonctionnement fiable. En choisissant judicieusement les éléments de l'installation et en mettant en œuvre des mesures de protection pour les personnes et les équipements.



Chapitre III
Bilan de Puissance

Chapitre III Bilan de Puissance

Introduction

Le bilan de puissance est un instrument qui nous guide dans le dimensionnement de l'installation en partant de la description des récepteurs. Ce chapitre débutera par l'exposition du schéma unifilaire de notre installation. Ensuite, nous procéderons au calcul de la puissance installée et de la puissance utilisée, ce qui nous permettra de sélectionner et de dimensionner le transformateur principal le mieux adapté pour un fonctionnement optimal. Enfin, nous évaluerons le facteur de puissance global de notre installation.

III.1 Schéma unifilaire de l'installation

Un schéma électrique unifilaire est essentiel pour visualiser le réseau d'alimentation électrique d'une installation. Ce qui facilite la compréhension de la distribution de l'électricité dans notre installation.

Dans la partie annexe, vous trouverez la représentation du schéma unifilaire de notre installation électrique.

III.2 Identification des différents récepteurs d'installation

Le tableau suivant représente l'ensemble de toutes les charges de notre installation :

Repère	Récepteur	cos φ	P _n (kW)	I _n (kA)	U(A)	S _n (VA)
KR 58- 138	Dépalettiseur	0,96	15	22	400	15
KR 58- 139	Palettiseur pressant	0,95	10	50	400	11
K690 – 577	Lave caisse	0,83	15	35	400	18
Kb 440- 474	Mixeur	0,9	32	54	400	36
K 578- 025	Pasteurisateur	0,86	107	179	400	124
K995- RTS	Convoyeur de BTS	0,99	12	25	400	13
67B- 73	Convoyeur d'emballage	0,96	16	25	400	18
KR 123- 971	Remplisseuse	0,99	21	32	400	31
K735A 58	Inspectrice	0,96	16	25	400	9
KR57- c28	Convoyeur de rouleaux de palette	0,96	12	16	400	7
K090 F13	Étiqueteuse	0,99	9	14	400	8
K090 F14	Décaisseuse	0,91	8	9	400	11
K826 D43	Encaisseuse	0,91	10	17	400	11,78
KR 66- 199	Sécheur	0,94	12	20	400	13,85
KR 66-200	Check mat	0,9	16,83	27	400	18,7
K890 -459	Laveuse de bouteille	0,84	54,7	94	400	62
K707- DAI	Chaudière	0,86	24	20,14	400	27,9
671- 359	Compresseur	0,86	74	62,09	400	86,02
	Eclairage :(*10)	1	3,5	0,45	220	0,36
	Climatiseur TGBT	0,9	19	0,16	400	6,58
	Eclairage : projecteurs (*26)	1	19	9,5	220	2,6

III.3 Calcul de la puissance installée [20]

La puissance installée représente la capacité maximale de l'installation à fournir de l'énergie, tandis que la puissance réellement consommée dépend de l'utilisation réelle des appareils et peut être inférieure à la puissance installée.

Le tableau suivant donne les résultats de calcul de la puissance installée de notre installation, et elle donnée par les relations suivantes :

$$I_n = \frac{P_a}{U_n \times \cos \varphi \times \sqrt{3}} \quad \text{(III.1)}$$

$$Q_n = \tan \varphi \times P_a \quad \text{(III.2)}$$

$$S_n = \sqrt{3} \times U_n \times I_n \quad \text{(III.3)}$$

reper de la machine	nom de machine	nombre	puissance unitaire	puissance	cos φ	In (kA)	U (V)	Sn (kva)	Qn (kvar)	coeff Ku	coeff Ks	P utile (kW)	P ajusté(kW)	Qu (kvar)	Su (kVA)	Ke	Pu (kW)	Qu (kvar)	Su (kVA)
KR 58- 138	Dépalettiseur	1	15	15	0,96	22	400	15	4,375	0,75	0,9	11,25	10,125	3,281	11,25	1,25	18,75	5,469	18,75
KR 58- 139	Palettiseur pressant	1	10	10	0,95	50	400	11	3,287	0,75	0,9	7,5	6,75	2,465	8,25	1,25	12,5	4,109	13,75
K690 - 577	Lave caisse	1	15	15	0,83	35	400	18	10,080	0,75	0,9	11,25	10,125	7,560	13,5	1,25	18,75	12,600	22,5
Kb 440- 474	Mixeur	1	32	32	0,90	54	400	36	15,498	0,75	0,9	24	21,6	11,624	27	1,25	40	19,373	45
K 578- 025	Pasteurisateur	1	107	107	0,86	179	400	124	63,490	0,75	0,9	80,25	72,225	47,618	93	1,25	133,75	79,363	155
K995- RTS	Convoyeur de BTS	1	12	12	0,99	25	400	13	1,710	0,75	0,9	9	8,1	1,282	9,75	1,25	15	2,137	16,25
67B- 73	Convoyeur d'emballage	1	16	16	0,96	25	400	18	4,667	0,75	0,9	12	10,8	3,500	13,5	1,25	20	5,833	22,5
KR 123- 971	Remplisseuse	1	21	21	0,99	32	400	31	2,992	0,75	0,9	15,75	14,175	2,244	23,25	1,25	26,25	3,740	38,75
K735A 58	Inspectrice	1	16	16	0,96	25	400	9	4,667	0,75	0,9	12	10,8	3,500	6,75	1,25	20	5,833	11,25
KR57- c28	Convoyeur de rouleaux de palette	1	12	12	0,96	16	400	7	3,500	0,75	0,9	9	8,1	2,625	5,25	1,25	15	4,375	8,75
K090 F13	Étiqueteuse	1	9	9	0,99	14	400	8	1,282	0,75	0,9	6,75	6,075	0,962	6	1,25	11,25	1,603	10
KR 66- 199	Decaisseuse	1	8	8	0,91	9	400	11	3,645	0,75	0,9	6	5,4	2,734	8,25	1,25	10	4,556	13,75
KR 66-200	Encaisseuse	1	10	10	0,91	17	400	11,78	4,556	0,75	0,9	7,5	6,75	3,417	8,835	1,25	12,5	5,695	14,725

K890 -459	Sécheur	1	12	12	0,94	20	40	13,85	4,355	0,75	0,9	9	8,1	3,267	10,387	1,25	15	5,444	17,3125	
							0								5					
K707- DAI	Check mat	1	16,83	16	0,9	27	40	18,7	8,151	0,75	0,9	12,6225	11,360	6,113	14,025	1,25	21,03	10,189	23,375	
				,8			0						25				75			
671- 359	Laveuse de	1	54,7	54	0,84	94	40	62	35,33	0,75	0,9	41,025	36,922	26,500	46,5	1,25	68,37	44,166	77,5	
	bouteille			,7			0		3				5			5				
	chaudière	2	12	24	0,86	20,1	40	27,9	14,24	0,75	0,9	18	16,2	10,681	20,925	1,25	30	17,801	34,875	
						4	0		1											
	compresseur	2	37	74	0,86	62,0	40	86,02	43,90	0,75	0,9	55,5	49,95	32,932	64,515	1,25	92,5	54,886	107,525	
						9	0		9											
	Eclairage	2	0,1	2,	1	0,45	22	2,6	0,000	0,75	1	1,95	1,95	0,000	1,95	1,25	3,25	0,000	3,25	
	projecteur	6		6			0													
	Eclairage	1	0,036	0,	1	0,16	22	0,36	0,000	0,75	1	0,27	0,27	0,000	0,27	1,25	0,45	0,000	0,45	
		0		36			0													
	climatiseur	1	19	19	0,9	9,5	40	6,58	9,202	0,75	0,9	14,25	12,825	6,902	4,935	1,25	23,75	11,503	8,225	
							0													
			Tota	ux	48	/	/	/	530,7	238,9	/	/	364,867	328,60	179,20	398,09		608,1	298,67	663,487
				6,				9	41			5	275	5	25		125	6	5	
				49																

Tableau III.2: Bilan de puissance installée de l'installation.

Le résumé du bilan de puissance effectuée est présente dans le tableau ci-dessous :

CHARGE	P_a [kW]	Q_a [kVAR]	S_a [kVA]
TGBT	486. 49	238. 941	429. 5

Tableau III.3 bilan de puissance installée.

III.4 Calcul de la puissance d'utilisation

III.4.1 Puissance utile d'une charge P_{UI}

Pour déterminer la puissance d'utilisation de TGBT, il est essentiel d'avoir une bonne compréhension des facteurs d'utilisation spécifiques à chaque charge, cette puissance est donnée par les formules suivantes :

$$P_{UI} = K_u \times P_a \quad \text{(III.4)}$$

$$Q_{UI} = K_u \times Q_a \quad \text{(III.5)}$$

$$S_{UI} = K_u \times S_a \quad \text{(III.6)}$$

Avec :

- P_{UI} : La puissance active utile ;
- Q_{UI} : La puissance réactive utile ;
- S_{UI} : La puissance apparente utile ;
- P_a : La puissance absorbée d'une charge ;
- Q_a : La puissance réactive nominale d'une charge ;
- S_a : La puissance apparente d'une charge ;
- K_u : Facteur de d'utilisation.

III .4.2 Puissance utile d'une branche P_{UJ}

Cette puissance est déterminée en établissant la somme de toutes les puissances utiles de groupe de récepteurs alimenté par la même branche, multiplié par le facteur de simultanéité correspondant, et elle donnée par la relation suivante :

$$P_{UJ} = K_s \times \sum P_{ui} \quad \text{(III.7)}$$

$$Q_{UJ} = K_s \times \sum Q_{ui} \quad \text{(III.8)}$$

$$S_{UJ} = K_s \times \sum S_{ui} \quad \text{(III.9)}$$

Avec :

P_{uj} : Puissance utilisée dans une branche ;

Q_{uj} : Puissance réactive dans une branche ;

S_{uj} : Puissance apparente dans une branche ;

K_s : Facteur de simultanéité.

Charge	P_{UJ} [kW]	Q_{UJ} [kVAR]	S_{UJ} [kVA]
Puissance d'utilisation	364.8675	179.2053	398.0925

Tableau III.4 Bilan de puissance utilisée d'installation.

III.1.1 La charge totale du TGBT

Dans le tableau ci-dessous, on a donné les valeurs de la puissance utile de toutes les branches de l'installation :

Charge	P_{UJ} [kW]	Q_{UJ} [kVAR]	S_{UJ} [kVA]
TOTAL	328.60275	179.2053	355.2725

Tableau III.5 La charge total de la TGBT.

Pour notre cas, en introduisant un facteur d'extension qui est égal **1.25** On obtient les résultats dans le tableau suivant :

Charge	P_U [kW]	Q_U [kVAR]	S_u [kVA]
Total	608.1125	298.6756	663.4875

Tableau III.6 La charge totale de la TGBT après application de facteur d'extension.

III.5 Détermination de facteur de puissance total « $\cos \varphi$ » [21]

Le facteur de puissance est une caractéristique d'un récepteur électrique qui désigne le rapporte entre la puissance réelle (active) en [kW] et la puissance apparente en [kVA], qui est donnée par le rapport :

$$\cos \varphi = \frac{P}{S} \times I = \frac{P}{S} \quad (\text{III.10})$$

Il est toujours compris entre [1 est 0].

❖ Le facteur de puissance de l'installation est résumé comme suit :

$$\cos \varphi = \frac{P_u}{S_u} = \frac{608.1125}{663.4875}$$

$$\cos \varphi = 0.91$$

La charge	p_U [kW]	S_U [kW]	$\cos \varphi$
TOTAL	608.1125	663.4875	0.91

Tableau III.7 : Facteur totale de puissance de l'installation.

III.6 Caractéristiques de l'installation

Notre installation se caractérise par ces paramètres suivants :

Coefficient d'extension	Ke	1.25
La puissance d'utilisation [kW]	P_{ut}	608.1125
La puissance réactive de l'installation [kVAR]	Q_{ut}	298.6756
La puissance apparente de l'installation [kVA]	S_{ut}	663.4875
Le courant d'emploi de l'installation [A]	I_n	736.34
Facteur de puissance de l'installation	$\cos \varphi$	0.91

Tableau III.7 Caractéristique de l'installation.

III.7 Choix et Dimensionnement du transformateur

Les transformateurs sont généralement abaisseurs, et permettant d'alimenter des installations basse tension à partir d'un réseau moyenne tension, qui délivre une tension de 30 kV. [22]. Et au sein de notre installation, la tension au niveau des récepteurs est de 400 V.

Grâce à la puissance totale utilisée par l'installation, nous pourrions déterminer le choix du transformateur normalisé pour cette installation.

Résultat :

D'après le tableau normalisé des transformateurs le choix se portera sur : **Le transformateur 800 kVA**. Ce choix est justifié par la puissance totale de notre installation, comme montre dans le tableau suivant :

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

Tableau III.8 : Puissance apparente normalisées des transformateurs triphasés et intensité nominales correspondantes. [22]

III.7.1 Calcul du rapport de transformation

Le rapport de transformation est calculé par les formules suivantes :

$$m = \frac{U_2}{U_1} \quad (\text{III.11})$$

$$m = \frac{I_2}{I_1} \quad (\text{III.12})$$

$$m = \frac{N_2}{N_1} \quad (\text{III.13})$$

Avec :

m : Le rapport de transformation ;

U_1, U_2 : Tension primaire et secondaire du transformateur ;

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

- Dans notre étude, le rapport de transformation est égal à :
A.N :

$$m = \frac{U_2}{U_1} = \frac{400}{30} = 13.33$$

- ✓ Le transformateur comporte généralement deux enroulements : primaire de tension U_1 , et secondaire de tension U_2 :

III.7.2 Calcul du courant secondaire

Le calcul du courant assigne au secondaire du transformateur est calculé par la formule ci-dessous :

$$I_n = \sqrt{3} \times \frac{S_n}{U_n} \quad (\text{III.14})$$

Avec :

I_n : Le courant assigne au secondaire du transformateur [A], valeur efficace ;

S_n : Puissance assigne du transformateur [kVA] ;

U : Tension assigne secondaire du transformateur [V] ;

$$I_2 = \frac{800 \cdot 10^3}{\sqrt{3} \cdot 400} = 1154.7 \text{ A.}$$

Donc, le courant assigne du transformateur est égale à :

$$I_2 = 1154.7 \text{ A.}$$

III.7.3 Calcul du courant primaire

Le courant primaire du transformateur est déterminé par l'expression :

$$m = \frac{I_2}{I_1} = I_2 \times m$$

$$\text{Dans notre cas : } I_1 = 13.33 \times 1154.7 = 15392.15 \text{ A.}$$

Donc, le courant primaire du transformateur est égal à : **15392.15 A.**

III.7.4 Détermination de la tension de court-circuit du transformateur U_{CC}

Selon la norme **NBN – HD 428 1 S1** Le transformateur a des valeurs de tension de court-circuit normalisées.

La tension de court-circuit de notre transformateur est déterminée d'après le tableau N°1 dans l'annexe $U_{CC} = 6 \% U$.

La tension de court-circuit

$$\text{Égale à : } U_{CC} = 6 \times 400 = 24 \text{ V}$$

La tension de court-circuit totale est : $U_{CC} = 24 \text{ V}$.

III.7.5 Les caractéristiques de notre transformateur

Les caractéristiques du transformateur nécessaire pour notre installation électrique sont comme suit :

Puissance apparente [kVA]	Tension primaire [kV]	Tension secondaire [V]	Courant primaire [A]	Courant secondaire [A]	Rapport de transformation « m »	Tension de court-circuit [V]
800	30	400	15392.15A	1154.7	13.33	24

Tableau III.9 Caractéristique de transformateur.

III.8 Choix d'un groupe électrogène [20]

Les entreprises sont constamment à la recherche des moyens pour améliorer leur productivité, et ne peuvent supporter les conséquences des coupures de courant répétitives qui pourraient entraver leur capacité de production et leur productivité, Afin d'éviter toute coupure de courant, pour cela nous allons choisir des sources de secours : un groupe électrogène.

Un groupe électrogène est appareil qui sert à produire de l'électricité, on dit aussi que c'est un générateur électrique de courant, le groupe électrogène permet de fournir une énergie électrique de façon autonome. L'utilisation de groupes électrogène est une excellente solution pour fournir une alimentation de secours pour unité de production.

Résultats :

Dans notre installation, toutes les charges doivent être alimentées même en cas de coupure d'électricité. Cela signifie que notre groupe électrogène procède la même puissance par rapport à celle de transformateur ce qui implique la puissance de groupe de secours est de **800 kVA**.

Conclusion

Ce chapitre était très utile pour nous, nous avons présenté comment établir un bilan de puissance d'une installation électrique de l'unité de production, Nous avons fait le dimensionnement et le choix d'un transformateur et groupes électrogène.

D'après les résultats de calcul obtenus nous constatons que l'installation présente un facteur de puissance moyen de **$\cos \varphi = 0,91$** est une valeur suffisamment bonne pour permettre à votre installation de fonctionner efficacement.

A blue scroll graphic with a dark blue outline and rounded corners. The scroll is unrolled in the center, with the top and bottom edges curling upwards and downwards respectively. The text is centered within the unrolled portion.

Chapitre IV
Dimensionnement et choix des éléments
de l'installation

Chapitre IV

Dimensionnement et choix des éléments de l'installation

Introduction

Le câble électrique est l'élément clé pour la transmission de l'énergie électrique dans un réseau. Avant de mettre en place une installation électrique, il est essentiel de mener une étude approfondie sur le dimensionnement et le choix des composants de cette installation pour garantir une efficacité et une sécurité optimales.

Dans ce chapitre, nous allons déterminer les sections des câbles nécessaires pour chaque récepteur de l'installation. Le choix des sections sera basé sur divers facteurs tels que les conditions d'installation des canalisations (mode de pose, température ambiante), le type de câble, ainsi que les caractéristiques de l'isolant et de l'âme des conducteurs. De plus, nous effectuerons des calculs pour évaluer les courants d'utilisation et les courants en court-circuit, dans le but d'assurer un fonctionnement optimal de notre installation.

IV.1 Conditions générales de choix et de dimensionnement des câbles [23]

La section d'un câble doit satisfaire aux conditions techniques suivantes :

- Un échauffement normal de l'âme conductrice n'entraînant pas détérioration des propriétés isolantes des constituants de l'enveloppe et le gain lorsqu'elle fait transiter l'intensité admissible en régime permanent, cette condition doit prendre en compte :
 - La constitution du câble.
 - La température du milieu ambiant (air ou terre).
 - Le mode et les conditions de pose qui limitent les échanges thermiques du câble avec l'environnement.
- Une chute de tension au plus égale :
 - Aux limites réglementaires.
 - Ou à l'écart accepté entre la liaison disponible au départ et la tension souhaitée à l'arrivée.
- Une bonne tenue à une surintensité de court durée due à un courant de court-circuit et qui se traduit par des courants dans les écrans métalliques des câbles d'où une augmentation d'échauffement et un risque de détérioration accrue.
- Des conditions de sécurité, protection contre
- Une condition économique, cette condition, consiste à rechercher la section qui, en régime permanent, rend minimale la somme de coût d'investissement et du coût d'exploitation.

IV.2 Caractéristiques des câbles

Les câbles basse tension qui sont utilisés dans l'installation « SRL GB TOUDJA » sont de type multipolaire, dont les caractéristiques sont données ci-dessous :

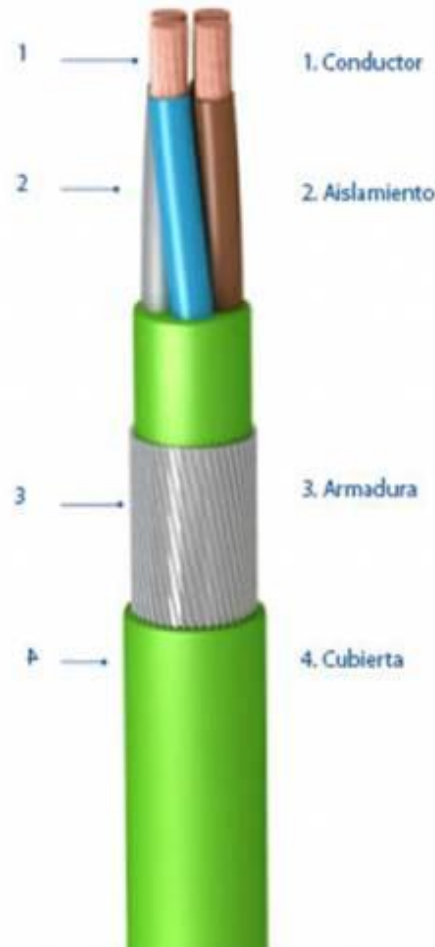


Figure IV.1 : Constitution du câble électrique.

U : câble normalisé ; 1000 : tension nominale (V) ; R : conducteur isolé au polyéthylène réticulé chimiquement (PRC) ; 2 : gaine épaisse de protection et V : polychlorure de vinyle.

IV. 3 Détermination des sections des câbles

IV.3.1 Détermination des courants influençant sur la section

IV.3.1.1 Courant d'emploi I_b

Le courant d'emploi « I_b » est le courant qui est réellement transporté par les conducteurs actifs.

➤ En monophasé :

$$I_b = \frac{S}{U} \quad (\text{IV.1})$$

➤ En triphasé :

$$I_b = s \times \sqrt{3} \times U \quad (\text{IV.2})$$

Avec

U : tension composée en triphasé (V) ;

S : Puissance apparente (VA) ;

IV.3.1.2 Le courant admissible I_{ad}

Le courant admissible « I_{ad} » est défini comme la valeur maximale du courant qui peut parcourir en permanence un conducteur d'un câble est donné par l'expression suivante :

$$I_{ad} \geq \frac{I_b}{f} \quad (\text{IV.3})$$

Avec

f : facteur de correction tenant compte de la température et du groupe des conducteurs.

IV.3.1.3 Le courant fictif I_f

Le calcul du courant fictif I_f est nécessaire pour déterminer la section du câble. Ce dernier est déterminé par la formule suivante :

$$I_f = \frac{I_b}{f} \leq I_{ad} \quad (\text{IV.4})$$

$$I_f = \frac{I_b}{f} = \frac{I_b}{f_1 \times f_2 \times f_3 \times f_s \times f_n}$$

Avec

f : facteur de correction tenant compte de la condition d'exploitation du câble.

IV.3.2 Calcul et choix des sections des câbles en basse tension

IV.3.2.1 Calcul de la section selon l'échauffement S_i [24]

Le calcul de la section d'un conducteur dans une installation électrique est fonction des différentes conditions dans lesquelles :

- ✓ Le mode de pose,
- ✓ Le type des éléments conducteurs,
- ✓ L'influence mutuelle des autres circuits,
- ✓ La température ambiante,
- ✓ La nature de l'isolant,
- ✓ L'intensité nominale du courant d'emploi I_b .

- ❖ Dans notre étude, le mode de pose "suréchauffement, corbeaux, chemin de câbles perforé" correspond à la lettre E, conformément au tableau N°2 de l'annexe.

Le coefficient f s'obtient en multipliant les facteurs de correction f_1, f_2, f_3, f_n et f_s :

- Le facteur de correction $f_1 = 1$ prend en compte le mode de pose comme le montre dans le tableau N°2 de l'annexe .
- Le facteur de correction $f_2 = 0,77$ prend en compte l'influence mutuelle des circuits palaces cote à cote donnée dans le tableau N°3 de l'annexe .

- Le facteur de correction $f_3=1,06$ prend en compte la température ambiante atteinte à 25 ° degré, et l'isolation des conducteurs est en pvc (polychlorure de vinyle) comme le montre dans le tableau N°4 DE L'annexe.
- Le facteur de correction de neutre charge $f_n = 0,84$ selon la norme (NF C15 – 100§ 532.5.2).
- Le facteur de correction dit la symétrie f_s selon la norme (NF C15 – 105 § B.5 .2) :
- $f_s = 1$ pour 2et 4 câbles par phase avec le respect de la symétrie.
- $f_s = 0,8$ pour 2, 3 et 4 câbles par phase si non-respect de la symétrie.

Exemple de calcul effectué sur élément (**KR 58 – 138 Dépalettiseur**) :

On a:

$$I_f = \frac{I_b}{f} = \frac{22}{1 \times 0.77 \times 1.06 \times 0.84 \times 0.8}$$

$$I_f = 40.110 A$$

Ainsi, le courant admissible étant supérieur au courant fictif de 40.11 A, cela correspond à une section de 4 mm².

La section S_i on l'estime selon le tableau N°6 de l'annexe .

Les résultats obtenus pour chacun des circuits de la TGBT sont résumés dans le tableau ci-dessus :

repère	récepteurs	Courant d'emploi [A]	f	Courant fictif [A]	Nature de câble	Courant admissible [A]	$S_i [mm^2]$
KR 58- 138	Dépalettiseur	22	0,548	40,110	Cuivre PR3	26,62	4
KR 58- 139	Palettiseur pressant	50	0,548	91,159	Cuivre PR3	55	16
K690 - 577	Lave caisse	35	0,548	63,811	Cuivre PR3	38,5	10
Kb 440- 474	Mixeur	54	0,548	98,452	Cuivre PR3	59,4	16
K 578- 025	Pasteurisateur	179	0,548	326,352	Cuivre PR3	196,9	120
K995- RTS	Convoyeur de BTS	25	0,548	45,579	Cuivre PR3	27,5	4
67B- 73	Convoyeur d'emballage	25	0,548	45,579	Cuivre PR3	27,5	4
KR 123- 971	Remplisseuse	32	0,548	58,342	Cuivre PR3	35,2	6
K735A 58	Inspectrice	25	0,548	45,579	Cuivre PR3	27,5	4
KR57- c28	Convoyeur de rouleaux de palette	16	0,548	29,171	Cuivre PR3	19,36	2,5
K090 F13	Étiqueteuse	14	0,548	25,524	Cuivre PR3	16,94	2,5
KR 66- 199	Decaisseuse	9	0,548	16,408	Cuivre PR3	10,89	1,5
KR 66-200	Encaisseuse	17	0,548	30,994	Cuivre PR3	20,57	2,5
K890 -459	Sécheur	20	0,548	36,463	Cuivre PR3	24,2	4
K707- DAI	check mat	27	0,548	49,226	Cuivre PR3	29,7	6
671- 359	Laveuse de bouteille	94	0,548	171,380	Cuivre PR3	103,4	50
	chaudière	20,14	0,548	36,719	cuivre PR3	22,154	4
	compresseur	62,09	0,548	113,202	cuivre PR3	68,299	16
	Eclairage projecteur	0,45	0,548	0,820	cuivre PR3	0,495	1,5
	Eclairage	0,16	0,548	0,291	cuivre pr3	0,176	1,5
	climatiseur	9,5	0,548	17,320	cuivre PR3	10,45	2,5

Tableau IV.1 : Résultats de calculs et choix des sections des câbles.

IV.3.2.2 Vérification de la chute de tension [25]

La chute de tension provoquée par le passage du courant dans les conducteurs, doit être compatible avec la tension existante au départ et celles souhaitées à l'arrivée. Cette condition détermine ce que nous appelons S_i .

Dans notre étude, la chute de tension est déterminée par l'expression suivante :

$$\Delta U\% = \sqrt{3} \times I_b \times (R \cos \varphi + X \sin \varphi) \times \frac{100}{U_n}$$

(IV.5)

Avec :

- I_b : le courant d'emploi [A] ;
- R : $\rho \times \frac{L}{S}$: Résistance de conducteur [Ω] ;
- X : $\lambda \times L$: réactance de conducteur [Ω] ;
- U_n : la tension nominale entre phases [V] ;
- λ : Résistance linéique des conducteurs ;
- L : Longue du câble en [km] ;
- $\cos \varphi$: Facteur de puissance ;
- f : Résistivité du câble $f = 22,5 \Omega \text{ mm}^2 / \text{km}$ pour le cuivre.
 - **Exemple de calcul effectuée pour le récepteur (dépalettiseur KR 58 – 138) :**

On a: $I_n = 22 \text{ A}$, $U = 400 \text{ V}$, $L = 0.03 \text{ Km}$, $\cos \varphi = 0.96$, $S_i = 4 \text{ mm}^2$

- **Calcul de la résistance linéique R :**

$$R = \rho \times \frac{L}{S}$$

$$R = 22.5 \times \frac{0.03}{4}$$

$$R = 0.16 \Omega$$

- **Calcul de la réactance linéique :**

$$X = \lambda \times L$$

$$X = 0.08 \times 0.03$$

$$X = 0.0224 \Omega$$

- **Calcul de la chute de tension pour ces récepteurs :**

$$\Delta U = \sqrt{3} \times I_b \times (R \cos(\varphi) + X \sin(\varphi))$$

$$\Delta U = \sqrt{3} \times 22 \times (0.16 \times 0.96 + 0.0224)$$

$$\Delta U = 6.198635 \text{ V}$$

$$\Delta U(\%) = 100 \times \frac{\Delta U}{U_n} = 1.5496 \%$$

Donc, ΔU (%) inférieure à **8 %**.

Interpolation de ces résultats :

La chute de tension calculée est inférieure à la valeur normalisée 8% et donc la section est convenable.

On récapitule les résultats de vérification des chutes de tension dans différents départs dans le tableau suivant :

repère	Récepteurs	Courant d'emploi	Cos ϕ	R	X. sin ϕ	R.cos ϕ	Si (mm ²)	L (km)	Chute de tension	Chute de tension en %
KR 58- 138	Dépalettiseur	22	0,96	0,168	0,000672	0,162	4	0,03	6,198635717	1,549658929
KR 58- 139	Palettiseur pressant	50	0,95	0,042	0,000749	0,04007813	16	0,03	3,535767362	0,88394184
K690 - 577	Lave caisse	35	0,83	0,067	0,00133863	0,056025	10	0,03	3,477485388	0,869371347
Kb 440- 474	Mixeur	54	0,9	0,042	0,00104614	0,037968 75	16	0,03	3,649091276	0,912272819
K 578- 025	Pasteurisateur	179	0,86	0,005	0,00122471	0,0048375	120	0,03	1,879508635	0,469877159
K995- RTS	Convoyeur de BTS	25	0,99	0,168	0,00033856	0,1670625	4	0,03	7,248678601	1,81216965
67B- 73	Convoyeur d'emballage	25	0,96	0,168	0,000672	0,162	4	0,03	7,043904224	1,760976056
KR 123- 971	Remplisseuse	32	0,99	0,112	0,00033856	0,111375	6	0,03	6,19179407	1,547948518
K735A 58	Inspectrice	25	0,96	0,168	0,000672	0,162	4	0,03	7,043904224	1,760976056
KR57- c28	Convoyeur de rouleaux de palette	16	0,96	0,27	0,000672	0,2592	2,5	0,03	7,201784119	1,80044603
K090 F13	Étiqueteuse	14	0,99	0,27	0,00033856	0,2673	2,5	0,03	6,489890216	1,622472554
KR 66- 199	Decaisseuse	9	0,91	0,45	0,00099506	0,4095	1,5	0,03	6,398984698	1,599746175
KR 66-200	Encaisseuse	17	0,91	0,27	0,00099506	0,2457	2,5	0,03	7,263902418	1,815975605
K890 -459	Sécheur	20	0,94	0,168	0,000818	0,158625	4	0,03	5,523295897	1,380823974
K707- DAI	check mat	27		0,112	0,0024	0	6	0,03	0,112236892	0,028059223
671- 359	Laveuse de bouteille	94	0,84	0,013	0,001	0,01134	50	0,03	2,058312873	0,514578218
	chaudière	20,14	0,86	0,168	0,001	0,145125	4	0,03	5,105190436	1,276297609
	compresseur	62,09	0,86	0,042	0,001	0,03628125	16	0,03	4,033504291	1,008376073
	Eclairage projecteur	0,45	1	0,45	0	0,45	1,5		0,350740289	0,087685072
	Eclairage	0,16	1	0,45	0	0,45	1,5		0,124707658	0,031176915
	climatiseur	9,5	0,9	0,27	0,001	0,243	2,5	0,03	4,015652912	1,003913228

Tableau IV.2 : valeurs des sections calcule par rapport à la chute de tension.

IV.4 Choix et dimensionnement des jeux de barres [26]

Les jeux de barres sont destinés assurer le transport d'énergie électrique entre éléments d'installation électrique (générateur, transformateur) et la répartissant (tableaux généraux de distribution dits TGBT). C'est pour cela qu'il faut s'assurer que les barres résistent aux effets mécanique, thermique dues aux courants de court-circuit.

Les étapes à suivre pour le dimensionnement du jeu de barres sont les suivantes :

IV.4.1 Le courant nominal I_n

Le courant nominal (le courant de transformateur) est donné par la relation ci-dessous :

$$I_n = \frac{S_n}{U_n} \times \sqrt{3} \quad (\text{IV.5})$$

Avec :

S_n : Puissance apparente nominal (VA) ;

U_n : Tension nominal composée entre deux phases (V) ;

I_n = Le courant nominal (le courant de transformateur).

$$I_n = \frac{S_n}{U_n} \times \sqrt{3}$$

$$I_n = \frac{800}{400} \times \sqrt{3}$$

$$I_n = 1154.70 \text{ A.}$$

IV.4.2 Le courant admissible I_{ad}

Le courant admissible I_{ad} est évalué à 120 % du courant nominal traversant les jeux de barres.

$$I_{ad} = 1.2 \times I_n \quad (\text{IV.6})$$

$$I_{ad} = 1.2 \times 1154.70 = 1385.64 \text{ A.}$$

On peut choisir la section des barres à partir de tableau N°8 de l'annexe, la température ambiante de 30°C

Pour un conducteur en cuivre nu et pour un courant admissible normalisé de 1507 A, donc la section sera : $S = 2 * 4 * 63$

$$S = 2 * 252 \text{ mm}^2$$

IV.4.3 Vérification aux la contrainte thermique [27]

a. Au passage de courant assigné (I)

La formule de *MELSON & BOTH* est un outil utilise pour calculer la capacité de courant admissible dans un conducteur électrique en prenant en compte des facteurs tels que la température, le matériau du conducteur et les condition d'installation. Elle permet de

déterminer la quantité maximale de courant qu'un conducteur peut supporter en toute sécurité elle se détermine par la formule suivante :

$$I = K \times \frac{24.9 \times (\theta - \theta_n) \times P^{0.39} \times S^{0.5}}{\sqrt{\rho_{20} \times [1 + \alpha \times (\theta - 20)]}} \quad (\text{IV.7})$$

Avec :

- **I** : Intensité de courant admissible en [A] ;
- **S** : Section d'une barre en cm² ;
- **P** : Périmètre d'une barre en cm ;
- **θ_n** : Température ambiante en °C (la température ≤ 30 °C) ;
- **(θ - θ_n)** : Echauffement admissible en °C
- **ρ₂₀** : Résistivité du conducteur a 20 °C (cuivre : 1.83 μΩ .cm ; Aluminium : 2 ,90 μΩ.cm) ;
- **K** : Coefficient de condition de pose, il est produit de 8 Coefficients (K1, K2, K3, K4, K5, K6, K7, K8) ;
- **α** : Coefficient de température de la résistivité, **α : 0.004 .**

Détermination du coefficient de condition de pose K selon le Tableau N° 9 et 10 de l'annexe :

K1 : est fonction de nombres de barre méplats par phase :

- Une barre : **K1 = 1**
- 2 ou 3 barre : **K1 = 1. 71**

K2 : coefficient de nature de métal, pour notre étude c'est une barre un cuivre : **K2 = 1.26.**

K3 : coefficient d'état de surface, pour notre cas barre peint : **K3 =1.12.**

K4 : coefficient de position, barre à plat : **K4 = 0.75.**

K5 : coefficient d'atmosphère, atmosphère calme : **K5 = 1.**

K6 : coefficient de nature du courant : courant alternatif pour 2 barre, **K6 = 1.**

K7 : coefficient d'échauffement : échauffement admissible 50° C, **K7= 1.**

K8 : coefficient de température ambiante : 30°C, **K8 = 1.0284.**

$$K = 1.71 \times 1.26 \times 1.12 \times 0.75 \times 1 \times 1 \times 1.14 \times 1.0284$$

$$\mathbf{K = 2.1467.}$$

- **Vérification de la section :**

θ_n = 30°C : Température ambiante.

S = 2.52 cm² : section d'une barre. **ρ₂₀**

P = (63 + 4) * 2 = 13.4 cm : périmètre d'une barre.

ρ₂₀ = 1.83 * 10Ω.cm : Résistivité du conducteur a 20 °C.

α = 0.004 : coefficient de température de la résistivité.

θ = Température de la nature de l'organe qui fait le raccordement du jeu de barres.

$$I = 2.1467 \times \frac{24.9 \times 2.51^{0.5} \times 13.4^{0.39} \times (90-30)^{0.61}}{\sqrt{1.83 [1+0.004 (90-20)]}}$$

$$I = 1853,852 > I_{ad}$$

➤ Le courant trouve (I) est plus élevé que le courant admissible I_{ad} , cela signifie que la section choisie doit être capable de supporter la chaleur générée par le passage du courant admissible.

b) Au passage d'un courant de court-circuit I_{CC} :

Pour le calculer l'échauffement du a court-circuit, on utilise cette formule :

$$\Delta\theta_{CC} = 0.24 \times \frac{\rho_{20} \times I_{CC}^2 \times t_k}{(n \times s)^2 \times C \times \delta} \quad (\text{IV.8})$$

Avec :

$\Delta\theta_{CC}$: Echauffement du au court-circuit (°C) ;

ρ_{20} : Résistivité du conducteur a 20 °C (cuivre 1 ,83 $\mu\Omega/\text{cm}$, aluminium 2 ,90 $\mu\Omega/\text{cm}$) ;

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

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

n : Nombre de barre (s) par phase ;

S : Section d'une barre en cm^2 ;

C : Chaleur spécifique du métal (cuivre : 0.091 Kcal /daN°C , aluminium : 0.23 Kcal /daN°C) ;

δ : Résistivité volumique du métal (cuivre : 8 ,9 g/ cm^3 , Aluminium : 2 ,7 g / cm^3) ;

$$I_{CC} = \frac{M \times c \times U_n}{\sqrt{3} \times Z_{CC}} \quad (\text{IV.9})$$

Avec :

M : Facteur de tension = 1.05 ;

c : Facteur de charge à vide =1.05 ;

U_n : Tension nominal composée entre deux phases(V) ;

Z_{CC} : Impédance parcourues par I_{CC} du générateur jusqu'au point de défaut :

$$Z_{CC} = \frac{U_{CC} \times U_0^2}{100 \times S_n}$$

S_n : La puissance apparente nominale d transformateur [VA] ;

U_{CC} : la tension de court-circuit de transformateur [V], ($U_{CC} = 6\%$ pour un transformateur de 800 kVA) ;

✓ Calcul de l'impédance Z_{CC} :

$$Z_{CC} = \frac{6 \times 400^2}{100 \times 800 \times 10^3}$$

$$Z_{CC} = 0.012 \times 10^{-3}$$

✓ Calcul du courant en court-circuit :

$$I_{CC} = \frac{1.05 \times 1.05 \times 400}{\sqrt{3} \times 0.012 \times 106^{-3}}$$

$$I_{CC} = 21.217 \text{ kA}$$

Pour une durée de court-circuit $T_K = 2S$ nous aurons

$$\Delta\theta_{CC} = 0.24 \times \frac{1.83 \times 10^{-6} \times (21217)^2 \times 2}{(2 \times 2.52)^2 \times 0.091 \times 8.9}$$

$$\Delta\theta_{CC} = 19.22 \text{ }^\circ\text{C}$$

La température du conducteur après un court-circuit est calculée à l'aide de la formule suivante :

$$\theta_t = \theta_n \times (\theta - \theta_n) \quad \text{(IV.10)}$$

A. N :

$$\theta_t = 90 + (30 - 90) + 19.22$$

$$\theta_t = 49.22^\circ\text{C}$$

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

$$\text{D'où : } \theta_t = 49,22^\circ\text{C} < \theta_{max}$$

Le jeu de barre choisi est convenable.

IV.5 Calcul des courants en court-circuit

La méthode que nous allons adapter pour le calcul des courants en court-circuit et la méthode des impédances consiste à totaliser les résistances et les réactances des boucles de défaut depuis la source jusqu' au point considère et à en calculer l'impédance équivalente

Les différents courants de court-circuit et de défaut sont alors déduits par l'application de la loi d'ohm. La disposition d'un réseau de distribution de moyenne tension ou basse tension comporte toujours les éléments suivant :

- Le réseau amont ;
- Le ou les transformateurs ;
- Le ou les disjoncteurs ;
- Les câbles, les jeux de barres et les canalisations.

Les déferents courants de court-circuit et de défaut sont alors calculée par la formule suivante :

$$I_{CC} = \frac{c \times M \times U_0}{\sqrt{3} \times Z_{CC}} = \frac{c \times M \times U_0}{\sqrt{\sum R I^2 + \sum X I^2}} \quad (\text{IV.11})$$

Où :

$$I_{CC} = \frac{U_0}{\sqrt{3} \times Z_{CC}} \quad (\text{IV.12})$$

Avec :

c : Facteur de tension pris égale à

c_{max} : 1, 05 pour les courants maximaux ;

c_{min} : 0, 95 pour les courants minimaux ;

M : Facteur de charge pris égale à 1 ,05 ;

U_0 : Tension de l'installation entre phase et neutre, en(V).

- **Exemple de calcul**

- **Dépalettiseur**

- **Réseau amont :**

La puissance de court-circuit du réseau HT est donnée par la distributeur d'énergie, le tableau ci-dessous nous montre les valeurs des résistances et réactances du réseau amont ramené au secondaire du transformateur :

P_{CC} [MW]	U_0 [V]	R_a [mΩ]	X_a [mΩ]
250	230	0.03	0.021
500	400	0.095	0.633
250	230	0.016	0.105
500	400	0.047	0.316

Tableau IV.3 : Résistances et réactances des réseaux amont ramené au secondaire de transformateur.

Dans notre étude, on a :

$$P_{CC} = 250 \text{ MW} , U_0 = 400\text{V},$$

D'où :

$$R_a = 0.095 \text{ m}\Omega , X_a = 0.63 \text{ m}\Omega$$

- **Réseau amont :**

$$\text{Alors } Z_a = \sqrt{R_a^2 + X_a^2} = \sqrt{0.095^2 + 0.632^2}$$

$$Z_a = 0.64\Omega$$

➤ **Transformateur :**

$$Z_t = \frac{U_n^2}{S_n} \times \frac{U_{CC}}{100}$$

$$Z_t = \frac{400^2}{800} \times \frac{6}{100}$$

$$Z_t = 0.012\Omega.$$

➤ **Câble C₁ :**

On a :

$$R_{C1} = f \times \frac{L}{S} = 22,5 \times \frac{0.03}{4}$$

$$R_{C1} = 0.16875 \Omega.$$

$$X_{C1} = \lambda \times L = 0.08 \times 0.03$$

$$X_{C1} = 0.0024\Omega$$

D'où :

$$Z_{C1} = 0.16\Omega.$$

➤ **Disjoncteurs :**

L'impédance d'un disjoncteur ne doit être prise en compte que pour les appareils en amont de celui qui doit s'ouvrir en cas de court-circuit envisagé. Sa réactance est fixée à 0,15 mΩ et sa résistance est négligée.

D'où : $Z_{dj} = 0.15 \text{ m}\Omega.$

➤ **Jeu de barres :**

La résistance d'un jeu de barres est généralement négligeable, de ce fait l'impédance est pratiquement égale à la réactance, notre jeu de barre a une longueur de L= 5m, et la valeur linéique typique d'un jeu de barres est approximativement 0.15 mΩ mètre.

Donc : $z_{jb} = 0.75 \text{ m}\Omega.$

On a calculé Z_{CC} comme suit :

$$Z_{CC} = Z_{jb} + Z_{dj} + Z_{C1} + Z_t + Z_a$$

$$Z_{CC} = 0.75 + 0.15 + 0.16875 + 0.012 + 0.640098$$

$$Z_{CC} = 1.72\Omega$$

D'où :

$$I_{CC} = \frac{400}{\sqrt{3} \cdot 1.5606651}$$

$$I_{CC} = 0.134 \text{ kA}$$

Nous récapitulons les résultats de calcul des courants de court-circuit dans les différents récepteurs dans le tableau ci-dessous :

repère	Récepteurs	Za(Ω)	Zt(Ω) (Ω)	Rc(Ω) (Ω)	Zdj (Ω)	Zjb (Ω)	S (mm ²)	Xc(Ω)	Zc (Ω)	Zcc (Ω)	U (V)	Icc (kA)	L (kM)
KR 58- 138	Dépalettiseur	0,640	0,012	0,16875	0,15	0,75	4	0,0024	0,17	1,72	400	0,134	0,03
KR 58- 139	Palettiseur pressant	0,640	0,012	0,042187	0,15	0,75	16	0,0024	0,04	1,59	400	0,144	0,03
K690 - 577	Lave caisse	0,640	0,012	0,0675	0,15	0,75	10	0,0024	0,07	1,62	400	0,142	0,03
Kb 440- 474	Mixeur	0,640	0,012	0,042187	0,15	0,75	16	0,0024	0,04	1,59	400	0, 144	0,03
K 578- 025	Pasteurisateur	0,640	0,012	0,005625	0,15	0,75	120	0,0024	0,01	1,56	400	0,148	0,03
K995- RTS	Convoyeur de BTS	0,640	0,012	0,16875	0,15	0,75	4	0,0024	0,17	1,72	400	0,139	0,03
67B- 73	Convoyeur d'emballage	0,640	0,012	0,16875	0,15	0,75	4	0,0024	0,17	1,72	400	0,134	0,03
KR 123- 971	Remplisseuse	0,640	0,012	0,1125	0,15	0,75	6	0,0024	0,11	1,66	400	0,138	0,03
K735A 58	Inspectrice	0,640	0,012	0,16875	0,15	0,75	4	0,0024	0,17	1,72	400	0,134	0,03
KR57- c28	Convoyeur de rouleaux de palette	0,640	0,012	0,27	0,15	0,75	2,5	0,0024	0,27	1,82	400	0,126	0,03
K090 F13	Étiqueteuse	0,640	0,012	0,27	0,15	0,75	2,5	0,0024	0,27	1,82	400	0,126	0,03
KR 66- 199	Decaiseuse	0,640	0,012	0,45	0,15	0,75	1,5	0,0024	0,45	2,00	400	0,115	0,03
KR 66-200	Encaisseuse	0,640	0,012	0,27	0,15	0,75	2,5	0,0024	0,27	1,82	400	0,126	0,03
K890 -459	Sécheur	0,640	0,012	0,16875	0,15	0,75	4	0,0024	0,17	1,72	400	0,134	0,03
K707- DAI	Check mat	0,640	0,012	0,1125	0,15	0,75	6	0,0024	0,11	1,66	400	0,138	0,03
671- 359	Laveuse de bouteille	0,640	0,012	0,0135	0,15	0,75	50	0,0024	0,01	1,57	400	0,147	0,03
	Chaudière	0,640	0,012	0,16875	0,15	0,75	4	0,0024	0,17	1,72	400	0,134	0,03
	Compresseur	0,640	0,012	0,042187	0,15	0,75	16	0,0024	0,04	1,59	400	0,144	0,03
	Eclairage projecteur	0,640	0,012	0,45	0,15	0,75	1,5	0,0024	0,45	2,00	400	0,115	0,03
	Eclairage	0,640	0,012	0,45	0,15	0,75	1,5	0,0024	0,45	2,00	400	0,155	0,03
	Climatiseur	0,640	0,012	0,27	0,15	0,75	2,5	0,0024	0,27	1,82	400	0,126	0,03

Tableau IV.4: Résultats de calcul des courants en court-circuit

IV.6 La protection électrique [11]

La protection électrique englobe l'ensemble des dispositifs et mesures conçus pour assurer la sécurité des installations électriques, des équipements et des personnes contre les risques associés à l'électricité, tels que les court-circuit, les surcharges et les défauts d'isolement.

IV.6.1 Dimensionnement et choix des disjoncteurs de protection

Dans notre travail on a choisi la protection par disjoncteur.

IV.6.2 Détermination des caractéristiques du disjoncteur

- ✓ La fréquence nominale du disjoncteur doit correspondre à celle du réseau.
- ✓ La tension nominale du disjoncteur doit être supérieure ou égale à la tension entre phases du réseau.
- ✓ L'intensité de réglage ou le calibre du déclencheur du disjoncteur doit être supérieure au courant permanent véhiculé par la ligne sur laquelle il est installé et inférieure au courant admissible par cette ligne.
- ✓ Un disjoncteur est équipé d'un bloc de protection (ou déclencheur) magnétothermique ou électronique dont le rôle est de provoquer l'ouverture de l'appareil lorsque le courant dépasse une certaine valeur.
- ✓ La plus grande intensité de courant de court-circuit (courant présumé) qu'un disjoncteur peut interrompre sous une tension donnée s'exprime en kA efficace.

IV.6.2.1 Calcule les calibres et les pouvoirs de coupure (pdc) des différents disjoncteurs

Le choix de calibre de disjoncteur s'effectue à partir des conditions suivantes :

$$I_n \geq I_b \qquad pdc \geq I_{CC}$$

Avec :

I_n : le courant nominal du disjoncteur (A)

I_b : le courant d'emploi (A) ;

pdc : pouvoir de coupure du disjoncteur (kA) ;

I_{CC} : courant en court-circuit (kA).

IV.6.2.2 Calibrage de disjoncteur de tête

Le disjoncteur de tête Q est choisi selon les caractéristiques énumérées au-dessus ; il est placé au premier départ de l'installation. Le calibre de ce disjoncteur est déterminé à partir de la puissance apparente du transformateur placé en amont telle que :

$$S_n = \sqrt{3} \times I_b \times U_n \qquad \text{(IV.12)}$$

Exemple de calcul :**Dépalettiseur :**

$$\text{Soit } S_n = \sqrt{3} \times I_b \times U_n, \text{ d'où } I_b = \frac{S_n}{\sqrt{3} \times U_n} = \frac{800 \cdot 10^3}{\sqrt{3} \cdot 400}$$

Ainsi, $I_b = 1.1547005 \text{ A}$

Donc, le calibre du disjoncteur Q à choisir, selon les tableaux n°11 et 12 de l'annexe, est :

- Le courant de court-circuit $I_{cc} = 0.134 \text{ kA}$
- Selon la loi $p_{dc} > I_{cc}$ où $p_{dc} = 150$

D'après le tableau n°12 de l'annexe, le disjoncteur qui répond à cette caractéristique est le disjoncteur 80 A avec un pouvoir de coupure de 150 kA, type de disjoncteur NS80L2.

Le tableau ci-dessous représente le choix des disjoncteurs adéquats aux différents récepteurs de l'installation :

repère	récepteurs	I_{CC} (A)	I_e (A)	pdc (A)	Type de disjoncteur	$I_{assigné}$ (A)
KR 58- 138	Dépalettiseur	134,200	22	150	NS80L2	80
KR 58- 139	Palettiseur pressant	144,849	50	150	NS80L2	80
K690 - 577	Lave caisse	142,588	35	150	NS80L2	80
Kb 440- 474	Mixeur	144,849	54	150	NS80L2	80
K 578- 025	Pasteurisateur	148,209	179	150	CVS250L2	250
K995- RTS	Convoyeur de BTS	134,200	25	150	NS80L2	80
67B- 73	Convoyeur d'emballage	134,200	25	150	NS80L2	80
KR 123- 971	Remplisseuse	138,734	32	150	NS80L2	80
K735A 58	Inspectrice	134,200	25	150	NS80L2	80
KR57- c28	Convoyeur de rouleaux de palette	126,743	16	130	NS80S2	80
K090 F13	Étiqueteuse	126,743	14	130	NS80S2	80
KR 66- 199	Décaiseuse	115,349	9	130	NS80S2	80
KR 66-200	Encaisseuse	126,743	17	130	NS80S2	80
K890 -459	Sécheur	134,200	20	150	NS80L2	80
K707- DAI	Check mat	138,734	27	150	NS80L2	80
671- 359	Laveuse de bouteille	147,490	94	150	CVS100L2	100
	chaudière	134,200	20,1 4	150	NS80L2	80
	compresseur	144,8495 409	62,0 9	150	CVS100L2	100
	Eclairage projecteur	115,349	0,45	130	NS80S2	80
	Eclairage	115,349	0,16	130	NS80S2	80
	climatiseur	126,743	9,5	130	NS80S2	80

Tableau IV.5: choix des disjoncteurs pour différents récepteurs

Conclusion

Dans ce dernier chapitre, nous avons procédé au dimensionnement des sections des câbles utilisés pour chaque récepteur de notre installation électrique. Par la suite, nous avons calculé les courants de court-circuit afin de déterminer et dimensionner les appareils de protection, notamment les disjoncteurs. Enfin, nous avons effectué la vérification de la sélectivité entre les différents disjoncteurs de chaque partie de notre installation.

Conclusion général

L'objectif de notre projet est d'étudier, l'installation électrique au sein de l'entreprise TOUDJA EL KSEUR. Pendant notre stage de fin d'études, nous avons eu l'opportunité d'approfondir nos connaissances dans l'étude et le dimensionnement de l'installation électrique.

Ce travail modeste a commencé par la présentation générale de l'entreprise "TOUDJA EL KSEUR". Ensuite, nous avons donné des généralités et présenté différentes méthodologies de dimensionnement de cette installation. La troisième partie de ce travail nous a permis de réaliser un bilan de puissance pour déterminer les puissances et le facteur de puissance global de notre installation, ce qui nous a conduit à choisir le transformateur approprié ainsi qu'un groupe électrogène comme source de secours.

La suite de notre projet a été cruciale : nous avons déterminé la section des conducteurs pour chaque récepteur, effectué une vérification et calculé les chutes de tension, ainsi que les courants de court-circuit. Enfin, nous avons sélectionné et dimensionné les disjoncteurs de protection afin d'assurer le bon fonctionnement de l'installation électrique.

Nous espérons que cette étude pourra aider et être bénéfique aux promotions à venir, et que nos résultats seront pris en considération et exploités par l'entreprise.



Références Bibliographiques

- [1] : documentation interne de l'entreprise « SARL GB »SE Toudja unité l'kneur .
- [2]:<https://eck-dz.com/product-category/interrupteurs-et-prises/coffrets-et-armoires-electriques> .
- [3] : Schneider Electric - catalogue distribution électrique, compléments techniques du catalogue 2016 /2017.
- [4] : Technique d'ingénieur, « protection des réseaux moyenne tension de distribution publique », d4018.
- [5] : Schneider Electric « Guide de l'installation électrique » (2010).
- [6] : Christophe PREVE et Robert JEANOTE, « Guide de conception des réseaux électriques industriels », Schneider Electric N° 68883 427 / A Février 1997.
- [7] : Schneider électrique, « Guide de conception des réseaux électrique industriels ».
- [8] : Etienne TISON, Schneider électrique, « guide de l'installation électrique 2010 » N° dépôt légal : 2008.
- [9] : Roland AUBER (jeu de barre basse tension), technique d'ingénieur, N°d 5165.
- [10] : Schneider Electric, « calcul des courants de court-circuit » Cahier technique n°158.
- [11] : Schneider Electric, « choix des dispositifs de protection », Guide de l'installation électrique, Edition 2010.
- [12] : M. GOUCHENE. ZE, M. BERKATI. ND, « Dimensionnement d'une armoire électrique d'alimentation des groupes électropompes de soutirage des huiles brutes », Projet de fin de d' etude ,Mastre, université A. Mira – Bejaia, 2022.
- [13] : N. BENAIED « schémas et appareillage électrique, commande des systèmes électriques », projet de fin d'étude Master, Université de Relizan, année ,2014.
- [14] : Handbuch Schutz, Manuel technique, « principe de protection » année 2017.
- [15] : M. LAMI, « protection et surveillance des réseaux de transport d'énergie électrique », volume 2, Electricité de France (EDF), février 2003.
- [16] : Schneider Electric, « Guide de la distribution électrique basse et moyenne tension », Edition 2002.
- [17] : Jacques Marie Broust,« Appareillage et installations électriques industriels », Edition Dunod , paris 2008 .
- [18] : C. PRÉVÉ, R. JEANNOT, « Guide de conception des réseaux électriques industriels », Schneider Electric (Février 1997).
- [19] : : Schneider Electric « Architecteur de Réseau de Distribution » 2007.
- [20] : Le Grand, guide puissance, « distribution et puissance jusqu' 4000 A » Edition 2007.
- [21] : B. AZZOUG « Étude et redimensionnement des systèmes de protection des personnes et des matériels de L'unité CEVITAL » Projet de fin d'études, Master, Université A. Mira – Béjaia, 2003.

[22] : A.Ouadi, «Etude et calcul de l'installation électrique au niveau de la raffinerie sucre Cevital », Projet de fin d'études , Master, Université A. Mira - Bejaia , 2015 .

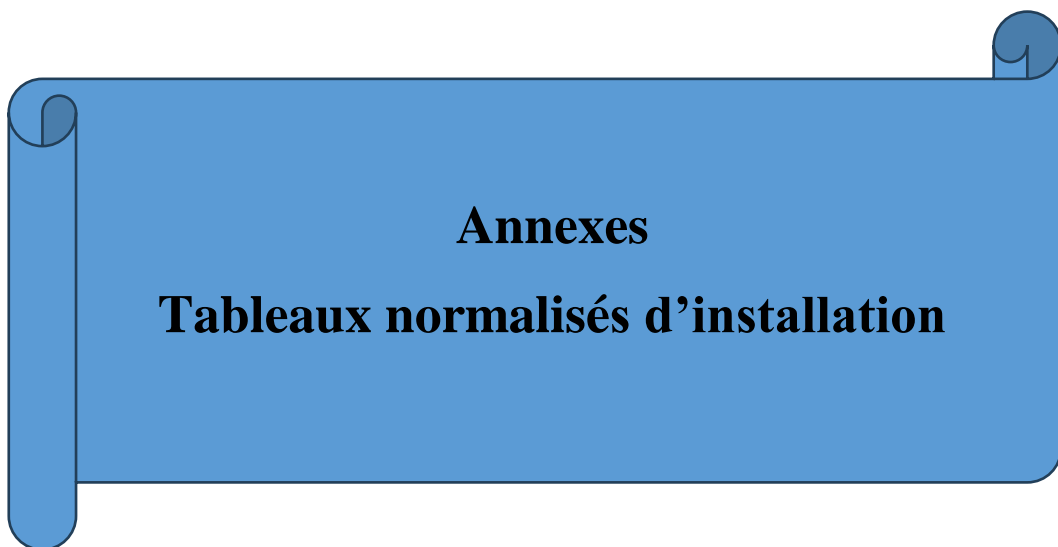
[23] : W. THEODORE, S. GILBERT, « Electrotechnique », 4e édition, de doeck (2005).

[24] : Schneider Electric, « Guide de la distribution électrique basse et moyenne tension », édition 2002.

[25] : M. TIGRINE. A, M. LOUCHATI. MS, « étude et dimensionnement d'une installation électrique » Projet de fin d'études, Master, Université A. Mira –Bejaia, 2020.

[26] :<https://www.techniques-ingenieur.fr/base-documentaire/energies-th4/reseaux-electriques-industriels-et-tertiaires-42265210%20/>

[27] : Scheider Electric, guide technique Merlin Gerin Moyenne tension, « Guide de conception MT », édition Mares 2000.



Annexes

Tableaux normalisés d'installation

Tableau N° 1 Caractéristiques des transformateurs MT/ BT.

Transformateurs immergés dans un diélectrique liquide													
S_n kVA	50	100	160	250	400	630	800	1000	1250	1600	2000	2500	
$U_{cc(1)}$ %	4	4	4	4	4	4	6	6	6	6	6	6	
$I_n(2)$ A	72	144	231	361	577	909	1155	1443	1804	2309	2887	3608	
R_t mΩ	43,7	21,9	13,7	8,7	5,5	3,5	4,1	3,3	2,6	2,1	1,6	1,3	
X_t mΩ	134,1	67	41,9	26,8	16,8	10,6	12,6	10	8,1	6,3	5	4	
$I_{cs(2)}$ kA	1,8	3,6	5,8	9,0	14,3	22,7	19,1	24,1	29,8	38,2	48,3	60,3	
Disjoncteur	T1B160 T2N160 T4N250	T1B160 T2N160 T4N250	T3N250 T4N250	T5N400	T5N630	E1B10	E1B12	E2B16	E2B20	E3N25	E3N32	E4S40	

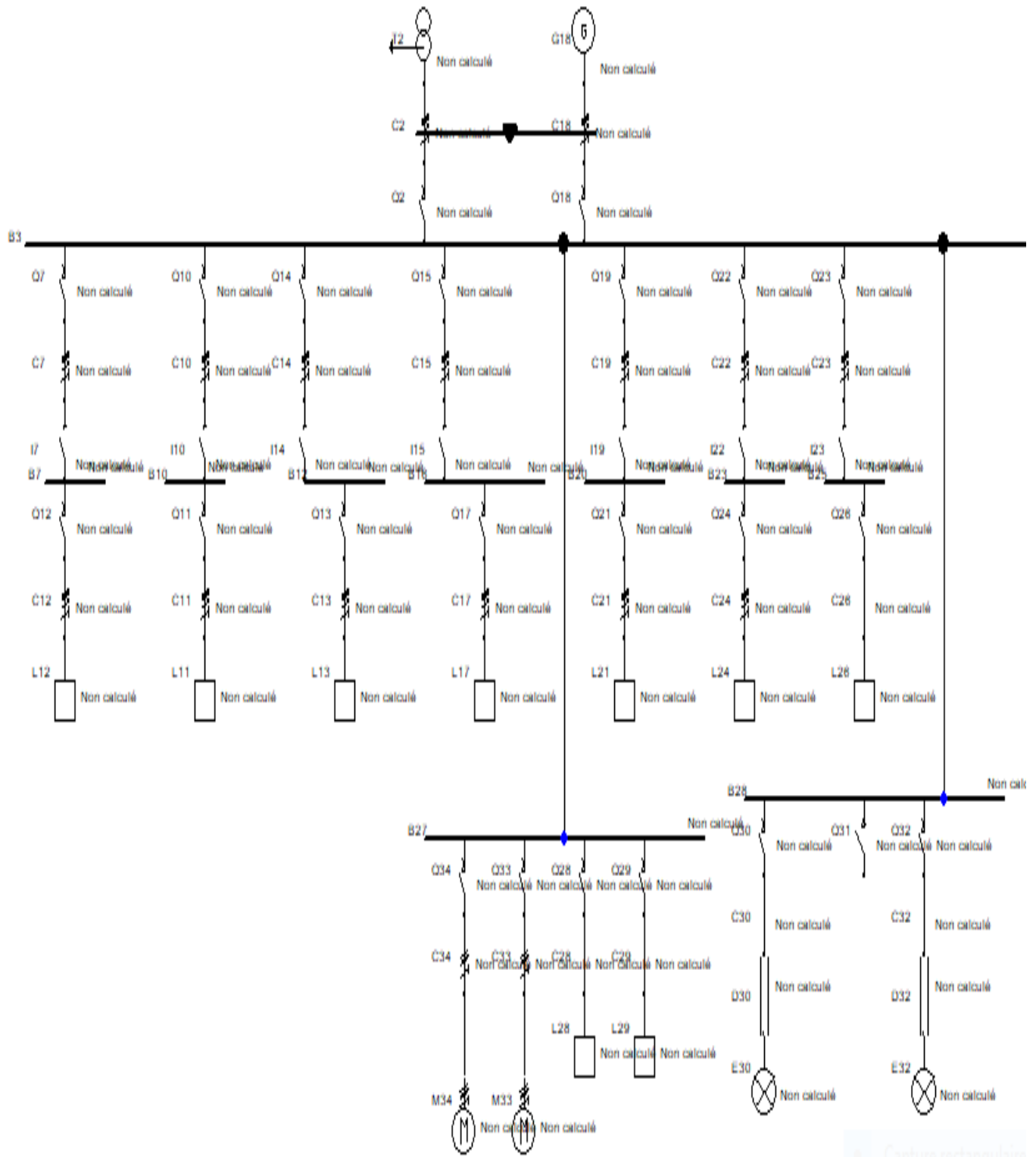


Figure 1 : schéma unifilaire de l'installation « SARL SPC GB ».

Lettre de sélection

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

Tableau N°2 Lettre de la sélection du mode de pose de câbles.

Tableau N°3 Facteur de correction f1.

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

Tableau N°4 Facteur de correction f2

Facteur de correction K2													
lettre de sélection	disposition des câbles jointifs	facteur de correction K2											
		nombre de circuits ou de câbles multiconducteurs											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	12	16	20
B, C, 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			

Tableau N° 5 Facteur de correction f_3

Température	Nature de l'isolant	
	PVC PE	EPR
10	1,22	1,15
15	1,17	1,12
20	1,12	1,08
25	1,06	1,04
30	1,00	1,00
35	0,94	0,96
40	0,87	0,91
45	0,79	0,87
50	0,71	0,82
55	0,61	0,76

Tableau N°6 choix de la section Si selon le courant admissible.

lettre de sélection	isolant et nombre de conducteurs chargés (3 ou 2)									
	caoutchouc ou PVC					butyle ou PR ou éthylène PR				
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	161
	35	110	119	126	138	147	158	169	185	200
	50	134	144	153	168	179	192	207	225	242
	70	171	184	196	213	229	246	268	289	310
	95	207	223	238	258	278	298	328	352	377
	120	239	259	276	299	322	346	382	410	437
	150		299	319	344	371	395	441	473	504
	185		341	364	392	424	450	506	542	575
	240		403	430	461	500	538	599	641	679
	300		464	497	530	576	621	693	741	783
400					656	754	825		940	
500					749	868	946		1 083	
630					855	1 005	1 088		1 254	
section aluminium (mm ²)	2,5	16,5	18,5	19,5	21	23	25	26	28	
	4	22	25	26	28	31	33	35	38	
	6	28	32	33	36	39	43	45	49	
	10	39	44	46	49	54	59	62	67	
	16	53	59	61	66	73	79	84	91	
	25	70	73	78	83	90	98	101	108	121
	35	86	90	96	103	112	122	126	135	150
	50	104	110	117	125	136	149	154	164	184
	70	133	140	150	160	174	192	198	211	237
	95	161	170	183	195	211	235	241	257	289
	120	186	197	212	226	245	273	280	300	337
	150		227	245	261	283	316	324	346	389
	185		259	280	298	323	363	371	397	447
	240		305	330	352	382	430	439	470	530
	300		351	381	406	440	497	508	543	613
	400					526	600	663		740
500					610	694	770		856	
630					711	808	899		996	

Tableau N°7 Température du conducteur.

Nature de l'organe, du matériau et du diélectrique (Cf : 1, 2 et 3)	Température θ (°C)	($\theta - \theta_n$) avec θ_n
Raccords par boulons ou dispositifs équivalents (Cf : 7)		
cuivre nu, alliage de cuivre nu ou alliage d'aluminium dans		
l'air	90	50
le SF6 *	105	65
l'huile	100	60
argentés ou nickelés dans		
l'air	115	75
le SF6	115	75
l'huile	100	60
étamés dans		
l'air	105	65
le SF6	105	65
l'huile	100	60

* SF6 (hexafluorure de soufre).

Tableau N° 8 choix des sections des barres pour le jeu de barres.

CUIVRE	T Ambiante : 30 °C					Echauffement : 50 °C					K = 8,12
	Epaisseur des barres : e = 2 mm					Epaisseur des barres : e = 3,15 mm					
	Nombre de barres en // et par phases					Nombre de barres en // et par phases					
Dimensions des barres en mm	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	
10	125	240	333	410	487						
12,5	151	282	393	483	577						
16	186	341	476	587	697						
20	225	405	562	697	825	288	538	748	920	1098	
25	272	479	667	817	977	347	639	891	1099	1306	
31,5	332	575	798	984	1170	423	761	1057	1310	1551	
40	409	691	961	1186	1411	519	913	1271	1557	1863	
50	497	825	1148	1417	1695	629	1089	1510	1863	2215	
63						769	1300	1808	2231	2654	
Dimensions des barres en mm	Epaisseur des barres : e = 4 mm					Epaisseur des barres : e = 5 mm					
	Nombre de barres en // et par phases					Nombre de barres en // et par phases					
	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	
20	329	628	872	1075	1276	374	732	1009	1240	1468	
25	396	740	1029	1267	1512	448	857	1188	1467	1740	
31,5	481	885	1233	1522	1808	543	1016	1413	1739	2076	
40	589	1060	1473	1826	2162	664	1219	1700	2098	2492	
50	713	1256	1748	2140	2561	803	1446	2008	2491	2948	
63	871	1507	2091	2579	3066	980	1724	2400	2939	3517	
80	1072	1812	2520	3109	3699	1204	2083	2890	3565	4239	
100						1462	2471	3436	4240	5044	
125						1777	2949	4104	5063	6058	
160						2206	3551	4963	5316	6651	

Tableau N°9 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	K6		→ 1
Courant alternatif pour 1 barre		1	→ 1
<200x20		2	→ 1
barres en parallèle		3	→ 0.98
		4	→ 0.95
		5	→ 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°10 Coefficient de correction k_1 en fonction de nombre de barre en parallèle 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°11 : choix des disjoncteurs « Masterpact NW08 à NW16 » Schneider.

disjoncteurs de base			NW08	NW10	NW12	NW16
disjoncteurs suivant IEC 60947-2						
courant assigné (A)	à 40 °C / 50 °C (t)		800	1000	1250	1600
calibre du 4 ^{ème} pôle (A)			800	1000	1250	1600
calibre des capteurs (A)			400 à 800	400 à 1000	630 à 1250	800 à 1600
type de disjoncteur			N1	H1 (7)	H2	L1 (2) H10
pouvoir de coupure ultime (kA eff) V CA 50/60 Hz	Icu	220/415/440 V	42	65	100	150 -
		525 V	42	65	85	130 -
		690 V	42	65	85	100 -
		1150 V	-	-	-	- 50
pouvoir assigné de coupure de service (kA eff)	Ics	% Icu	100%			
catégorie d'emploi			B			
courant assigné de courte durée admissible (kA eff) V CA 50/60 Hz	Icw	1 s	42	65	85	30 50
		3 s	22	36	50	30 50
protection instantanée intégrée (kA crête ±10%)			-	-	190	80 -
pouvoir assigné de fermeture (kA crête) V CA 50/60 Hz	Icm	220/415/440 V	88	143	220	330 -
		525 V	88	143	187	286 -
		690 V	88	143	187	220 -
		1150 V	-	-	-	- 105
temps de coupure (ms) de l'ordre de déclenchement à l'extinction de l'arc			25	25	25	10 25
temps de fermeture (ms)			< 70			

Tableau N°12 Choix des disjoncteurs « Compact NS80, NG160, CVS100/160/250, NSX100 à 630 ».

type de disjoncteur			NS80	NG160N	CVS100/160/250						
nombre de pôles			3	3, 4	3, 4						
caractéristiques électriques selon IEC 60947-2 et EN 60947-2											
courant assigné (A)	I _n	40 °C	80	160	100/160/250						
tension assignée d'isolement (V)	U _i		750	800	690						
tension ass. de tenue aux chocs (kV)	U _{imp}		8	8	8						
tension assignée d'emploi (V)	U _e	CA 50/60 Hz	690	500	440						
pouvoir de coupure ultime (kA eff)	Icu	CA 50/60 Hz	220/240 V	100	40	40					
			380/415 V	70	25	25					
			440 V	65	16	20					
			500 V	25	10	-					
			525 V	25	-	-					
			660/690 V	6	-	-					
	Ics	(% Icu)	≤ 440 V	100 %	75%	100% (75% à 440 V)					
			500 à 690 V								
aptitude au sectionnement			■	■	■						
catégorie d'emploi			A	A	A						
endurance (cycles F-O)	mécanique		20000	10000	30000/25000/20000						
	électrique		440 V - I _n /2	10000	30000/25000/20000						
			7000	5000	12000/12000/10000						
NSX100			NSX160								
2 (1), 3, 4			2 (1), 3, 4								
100			160								
800			800								
8			8								
690			690								
F	N	H	S	L	F	N	H	S	L		
85	90	100	120	150	85	90	100	120	150		
36	50	70	100	150	36	50	70	100	150		
35	50	65	90	130	35	50	65	90	130		
25	36	50	65	70	30	36	50	65	70		
22	35	35	40	50	22	35	35	40	50		
8	10	10	15	20	8	10	10	15	20		
100%			100%			100%			100%		
100% (2)			100%			100% (500 V) - 50% (> 500 V)			100% (500 V) - 50% (> 500 V)		
■			■			■			■		
A			A			A			A		
50000			40000			20000			15000		
50000			20000			20000			8000		
30000			10000			10000			6000		
NSX250			NSX400			NSX630					
2 (1), 3, 4			3, 4			3, 4					
250			400			630					
800			800			800					
8			8			8					
690			690			690					
F	N	H	S	L	F	N	H	S	L		
85	90	100	120	150	85	90	100	120	150		
36	50	70	100	150	36	50	70	100	150		
35	50	65	90	130	35	50	65	90	130		
25	36	50	65	70	25	30	50	65	70		
22	35	35	40	50	20	22	35	40	50		
8	10	10	15	20	10	10	20	25	35		
100%			100%			100%			100%		
100% (2)			100%			100% (500 V) - 50% (> 500 V)			100% (500 V) - 50% (> 500 V)		
■			■			■			■		
A			A			A			A		
50000			40000			20000			15000		
50000			20000			20000			8000		
30000			10000			10000			6000		

Résumé

Ce travail se concentre sur l'étude et le dimensionnement électrique de l'unité « SRL GB » au sein de l'entreprise Toudja (unité de l'kseur », pour but de choisir et dimensionnement les éléments de l'installation.

La méthodologie implique la réalisation d'un bilan de puissances requises et le facteur de puissance global de l'installation, afin de sélectionner un transformateur convenable.

L'étude détaillée nous a permis de déterminer les sections de conducteur et calculer les courants en court-circuit pour choisir les dispositifs de protection.

Abstract

This work focuses on the study and electrical sizing of the SRL GB » unit within the Toudja of the KSE company, aiming to select and size the installation elements.

The methodology involves conducting a balance of the required power and the overall power factor of the installation in order to select a suitable transformer.

The detailed study allowed us to determine the conductor sizes and calculate short-circuit currents to choose the protection devices.

ملخص

يركز هذا العمل على الدراسة والمقاسات الكهربائية لوحدة "SRL GB" ضمن شركة تودجا (وحدة كسور)، بهدف اختيار عناصر التركيب ومقاساتها.

تتضمن المنهجية إجراء توازن بين القوى المطلوبة وعامل الطاقة الإجمالي للتركيب، من أجل اختيار محول مناسب. أتاحت لنا الدراسة التفصيلية تحديد أقسام الموصل وحساب تيارات الدائرة القصيرة لاختيار أجهزة الحماية