



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
République Algérienne Démocratique et Populaire
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
Ministère de l'Enseignement Supérieure et de la Recherche Scientifique
جامعة وهران 2 محمد بن أحمد
Université d'Oran 2 Mohamed Ben Ahmed
معهد الصيانة والأمن الصناعي
Institut de Maintenance et de Sécurité Industrielle
Département Electromécanique



MÉMOIRE

En vue de l'obtention du diplôme de Master

Filière: Maintenance en Electromécanique

Spécialité: Electromécanique Industrielle

Thème

Dimensionnement d'un réseau électrique de basse tension à l'aide du
logiciel Ecodial

Présenté et soutenu publiquement par:

NEDJOURM Younes

et

AMIRI Asma

Devant le jury composé de:

Nom et Prénom	Grade	Etablissement	Qualité
DJELGHOUM Farida	MAA	IMSI	Président
TALHI Mama	MCB	IMSI	Encadreur
BELKACEM Belkacem	MCB	IMSI	Examinateur

Année 2021/2022

Remerciements

A l'issue de ce travail, nous tenons à exprimer toute notre gratitude et remerciements à « Dieu » le tout puissant de nous avoir donné la patience et la volonté d'achever ce modeste travail.

Ensuite nous adressons nos remerciements aux membres du jury d'avoir accepté et accordé une attention pour juger le contenu de ce mémoire.

Nous tenons à exprimer nos remerciements chaleureux à notre encadrante madame TALHI Mama.

Aussi, nous adressons notre reconnaissance à Mr DERRAR Ahmed et Mr KROR Abdelkader pour son appréciable aide au cours de notre stage à la cimenterie.

Pour finir nous remercions toutes personnes ayant participé de près ou de loin à la réalisation de ce modeste travail.

Dédicaces

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ
الحمد لله الذي بنعمته تتم الصالحات

À ma très chère mère

Quoi que je fasse ou que je dise, je ne saurai point te remercier comme il se doit. Ton affection me couvre, ta bienveillance me guide et ta présence à mes côtés a toujours été ma source de force pour affronter les différents obstacles

À mon très cher père

Tu as toujours été à mes côtés pour me soutenir et m'encourager. Que ce travail traduit ma gratitude et mon affection.

À mes très chers frères MAHMOUD et MAHDI.

À mes très chères sœurs RAYHANA, OUMAIMA, et AICHA BATOUL.

À ma grande famille.

À mes amis qui ont partagé a ce parcours avec moi ABDELMALEK, MOHAMMED, ABDELAH, ABDELKADER, YAKOUB, RACHID, et REDA, je suis honoré de vous connaître.

À Mon binôme ASMA a partagé ce voyage avec moi, et je vous exprime mes remerciements et ma gratitude et vous souhaite le meilleur dans ta vie.

À mon très cher ami MOHAMMED BOUKRATEM. .

À mes collègues de PROFAL.

A mes collègues qui ont eu l'occasion de vous connaître.

YOUNES NEDJOUN

Dédicaces

Au nom de dieu le clément et le miséricordieux que je remercie pour son aide et pour la volonté qu'il m'a donné pour surmonter tous les obstacles et les difficultés durant mes années d'études, et d'avoir éclairé mon chemin afin de réaliser ce modeste travail.

Au moment où j'achève ce travail, je pense nostalgiquement aux longues journées de recherches que j'ai troquées, pour un temps, contre de longues soirées de rédaction. Mais je pense avant tout à ceux qui m'ont soutenu et accompagné et je tiens à les remercier.

Je dédie le fruit de mes années d'études aux plus chers au monde :

À mon père qui a fait de moi, ce que je suis aujourd'hui. Je lui dédie mon éternel amour et mes affections totales. Je le remercie pour tout son soutien et ses encouragements durant tout le long de mes études.

À la mémoire de ma mère que dieu l'accorde son paradis éternel.

À ma grand-mère que dieu la préserve santé et longue vie. Ma profonde reconnaissance va à mes sœurs et mes frères- Rachida et Nesrine, Mohammed et Mustapha- qui m'ont soutenu, m'ont encouragé sans cesse et pour leur affection, je n'aurai jamais été masterante sans votre encouragement et amour.

À une femme si spéciale, ma chère tante Lola, les mots ne suffiront jamais pour la remercier, merci du fond du cœur.

À toute ma famille et à tous ceux qui me sont chers, mes tantes, mes cousins et cousines

À mes chers neveux Mahdi, Adem et Djaoued

A Sofia et Mimi

A ma meilleure amie ma jumelle Imane

A mon binôme : Younes qui a partagé avec moi ce parcours. Les mots ne suffisent guère pour exprimer l'estime que je porte pour lui.

A mes amies et mes collègues avec qui j'ai eu l'occasion d'interagir.

A tous ceux qui ont sacrifié leur temps pour la science et à tous ceux qui utilisent la science pour le bien et la prospérité de l'humanité.

ASMA AMIRI

Liste des figure

- Figure I.1 : Vue globale du réseau électrique [2]
Figure I.2 : Répartition des sources primaires d'énergie dans le monde [8]
Figure I.3 : Fonctionnement d'une centrale thermique [4]
Figure I.4 : Fonctionnement d'une centrale hydraulique [19]
Figure I.5 : Principe de production éolienne [7]
Figure I.6 : Schéma de la structure radiale
Figure I.7 : Schéma de la structure bouclée
Figure I.8 : Schéma de la structure maillée
Figure I.9 : Photo réelle d'un poste électrique à Zahana
Figure I.10 : Eléments de poste électrique [4]
Figure I.11 : Jeux de barre d'un poste électrique [20]
Figure I.12 : Parafoudre d'un poste électrique [20]
Figure I.13 : Photo réelle d'un disjoncteur
Figure I.14 : sectionneur d'un poste électrique [17]
Figure I.15 : Photo réelle d'un transformateur de puissance
Figure I.16 : Transformateurs de mesure [18]
Figure II.1 : Organigramme de la méthodologie de dimensionnement
Figure II.2 : Les chutes de tension entre l'origine et le receleur
Figure II.3 : Disjoncteur différentiel [2]
Figure II.4 : L'interface graphique d'ECODIAL
Figure II.5 : Le paramétrage du projet dans logiciel ECODIAL
Figure II.6 : Outils de réalisation des schémas unifilaire
Figure II.7 : Les caractéristiques des éléments des schémas
Figure III.1 : Schéma unifilaire de l'installation
Figure III.2 : choix de disjoncteur du source 0

Liste des tableaux

Tableau II.1 : Facteur de simultanéité pour bâtiment administratif

Tableau II.2 : Facteur de simultanéité pour armoires de distribution industrielle

Tableau II.3 : Facteur de simultanéité c

Table II.4. : Puissances apparentes normalisées des transformateurs MT/BT triphasés et intensités nominales correspondantes

Tableau II.5 : choix de lettre de sélection

Tableau II.6 : Facteur de correction K1

Tableau II.7 : Facteur de correction K2

Tableau II.8 : Facteur de correction K3

Tableau II.9 : Courant IZ en (A) par les canalisations dans les conditions standard

Tableau II.10 : Détermination des chutes de tension

Tableau II.11 : Tableau de chutes de tension maximale selon les normes

Tableau III.1 : Les charges de l'installation

Tableau III.2 : Les transformateurs de l'installation

Tableau III.3 : Puissance totale de l'installation

Tableau III.4 : Les sections des câbles de l'installation

Tableau III.5 : Les sections de conducteurs de protection

Tableau III.6 : Les chutes de tension dans l'installation

Tableau III.7 : Les courants de court-circuit dans l'installation

Liste des abréviations et symboles

HTB (THT) : très haute tension

HTA (HT) : haute tension

BTB (MT) : moyenne tension

BTA (BT) : basse tension

TBT : très basse tension

Pinst : puissance installée

Pnom : puissance nominale

Pabs : puissance absorbée

Pu : puissance d'utilisation

S : puissance apparente en [KVA]

SPH : section des conducteurs de phase

$\cos\varphi$: facteur de puissance

ΔU : chute de tension

Ib : courant d'emploi

Iz : courant admissible

Iz' : courant fictif

Icc : courant de court-circuit

ρ : Rendement unitaire

Ku : facteur d'utilisation

Ks : facteur de simultanéité

TGBT : tableau générale basse tension

THDI : calibre de chute de tension sur Ecodial

Pkrt : puissance de court-circuit sur Ecodial

Ukrt : tension de court-circuit sur Ecodial

sommaire

Introduction générale.....	1
----------------------------	---

CHAPITRE I : Architecture des réseaux électriques

Introduction	2
1. DEFINITION DU RESEAU ELECTRIQUE.....	2
2. PRODUCTION DE L'ENERGIE ELECTRIQUE.....	3
2.1 PRODUCTIONS CENTRALISEES.....	3
2.1.1 <i>Les centrales thermiques</i>	3
2.1.2 <i>Les centrales hydroélectriques</i>	4
2.1.3 <i>Les centrales nucléaires</i>	4
2.1.4 <i>Les productions solaires</i>	5
2.1.5 <i>Les centrales éoliennes</i>	5
2.2 PRODUCTIONS DECENTRALISEES.....	5
3. LES DIFFERENTS TYPES DE RESEAUX ELECTRIQUES.....	6
3.1 RESEAUX DE TRANSPORT.....	6
3.2 RESEAUX D'INTERCONNEXION.....	6
3.3 RESEAUX DE REPARTITION.....	6
3.4 RESEAUX DE DISTRIBUTION	6
3.4.1 <i>Réseaux de distribution à moyenne tension (de 3 à 33 kV)</i>	6
3.4.2 <i>Réseaux de distribution basse tension (de 110 à 600 V)</i>	7
4. NIVEAUX DE TENSION.....	7
5. DIFFERENTES STRUCTURES DU RESEAU ELECTRIQUE.....	8
5.1 RESEAU A STRUCTURE RADIALE	8
5.2 RESEAU A STRUCTURE BOUCLEE.....	9
5.3 RESEAU A STRUCTURE MAILLEE	9
6. LES POSTES ELECTRIQUES	10
6.1 ÉLÉMENTS DE POSTE ELECTRIQUE	11
6.1.1 <i>Les lignes électriques</i>	12
6.1.2 <i>Jeux de barres</i>	12
6.1.3 <i>Parafoudre</i>	12
6.1.4 <i>Disjoncteur</i>	13
6.1.5 <i>Sectionneur</i>	13
6.1.6 <i>Transformateurs de puissance</i>	13
6.1.7 <i>Transformateurs de mesure (courant et tension)</i>	14
6.2 DIFFERENTS TYPES DE POSTES ELECTRIQUES	15

6.2.1	Postes de sortie de centrale	15
6.2.2	Postes d'interconnexion	15
6.2.3	Postes de transformation (postes élévateurs)	15
6.2.4	Postes de distribution.....	15
7.	CONCLUSION.....	15

CHAPITRE II : Dimensionnement d'une installation électrique

1.	LES OBJECTIFS DE DIMENSIONNEMENT.....	16
2.	METHODOLOGIE DU DIMENSIONNEMENT.....	16
3.	BILAN DE PUISSANCE	16
3.1.	PUISSANCE INSTALLEE.....	17
3.2.	PUISSANCE ABSORBEE	17
3.3.	PUISSANCE D'UTILISATION ET PUISSANCE FOISONNEE :	17
3.3.1	Facteur d'utilisation maximale K_u	18
3.3.2	Facteur de simultanéité (K_s).....	18
3.3.3	Facteur tenant compte des prévisions d'extension K_e	18
4.	COURANT D'EMPLOI	18
4.1	Le facteur a.....	19
4.2	Le facteur b : facteur d'utilisation des appareils.....	19
4.3	Le facteur c : facteur de simultanéité	19
4.4	Le facteur d	19
4.5	Le facteur e	19
5.	LE COURANT ADMISSIBLE	19
6.	CHOIX DE LA PUISSANCE NOMINALE DU TRANSFORMATEUR	20
7.	DETERMINATION DE SECTION DES CONDUCTEURS	21
7.1	LA SECTION TECHNIQUE	21
7.2	SECTION DE SECURITE S_s	21
7.2.1	Facteur de correction k_1	22
7.2.2	Facteur de correction K_2	23
7.2.3	Facteur de correction K_3	24
7.3	DETERMINATION DES SECTIONS DES CABLES	24
8.	DÉTERMINATION DES CHUTES DE TENSION	25
8.1	LES NORMES LIMITENT LES CHUTES DE TENSION EN LIGNE :	26
9.	DÉTERMINATION DES COURANTS DE COURT-CIRCUIT	27
9.1	LES PRINCIPAUX DEFAUTS DE COURT-CIRCUIT.....	27
9.2	CONSEQUENCES DES DEFAUTS DE COURT-CIRCUIT	27
9.3	METHODES DE CALCUL.....	27
10.	CHOIX DES DISPOSITIFS DE PROTECTION.....	28
10.1	LES DISJONCTEURS	28

10.2	FONCTIONNEMENT DU DECLENCHEMENT THERMIQUE	30
10.3	REGIME DU NEUTRE	30
11.	PRÉSENTATION DE LOGICIEL ECODIAL ECO-STRUCTURE DESIGN	30
11.1	TELECHARGEMENT DU LOGICIEL	31
11.2	PRESENTATION DU LOGICIEL	31
12.	DESCRIPTION DE L'INTERFACE GRAPHIQUE DU LOGICIEL.....	32
12.1	Définition des caractéristiques électriques générales du réseau.....	32
12.2	Réalisation du schéma unifilaire	33
12.3	Introduction des caractéristiques des éléments du schéma	34
13.	CONCLUSION.....	34

CHAPITRE III : Simulation et calcul

1	SIMULATION AVEC LE LOGICIEL ECODIAL.....	35
2	PRESENTATION DE L'INSTALLATION.....	35
3	PARAMETRES GENERAUX DU PROJET	36
4	DONNEES DE L'INSTALLATION.....	36
5	LE CALCUL PAR ECODIAL	37
5.1	DEPART(S) MOTEUR.....	37
5.2	CIRCUIT(S) CHARGE GENERIQUE	45
5.3	CIRCUIT(S) CHARGE ECLAIRAGE	51
5.4	CIRCUIT(S) PRISES DE COURANT	54
5.5	CIRCUIT(S) SOURCE D'ALIMENTATION MT	56
6	RESULTATS DE SIMULATION.....	66
6.2	CHARGE MOTEUR.....	66
6.3	CHARGES GENERIQUES	66
6.4	ECLAIRAGE.....	66
6.5	PRISES DE COURANT	66
6.6	TRANSFORMATEURS MT/BT	66
6.7	CARNET DE CABLES	66
7.	CALCUL DE L'INSTALLATION EN UTILISANT LA METHODE SIMPLIFIEE.....	67
7.1.	SECTION DU CONDUCTEUR EN FONCTION DES DIFFERENTS FACTEURS	67
7.2.	SECTION DE CONDUCTEUR DE PROTECTION	68
7.3.	DETERMINATION DE LA CHUTE DE TENSION.....	68
7.4.	CALCUL DE COURANTS DE COURT-CIRCUIT.....	70
7.5.	CHOIX DE DISPOSITIFS DE PROTECTION.....	71
8.	Conclusion	72
	Conclusion generale	73

Introduction générale

Introduction générale

Un réseau électrique est un ensemble d'infrastructures permettant d'interconnecter les centres de production tels que les centrales hydrauliques, thermiques..., avec les centres de consommation (villes, usines...). L'énergie électrique est transportée en haute tension, et même en très haute tension pour limiter les pertes joules. L'installation électrique de ces centres de consommation tels que, villes usine, hôpital... est un ensemble cohérent de circuits électriques, d'appareillages électriques.

Pour que cette installation puisse se faire correctement, il faut impérativement effectuer un bilan de puissances qui permettra par la suite le dimensionnement des différents appareillages du réseau électrique.

Le dimensionnement des installations électriques est un art difficile car il prend en compte les aspects techniques, réglementaires, économiques, contractuels et stratégiques.

Cependant, un certain nombre d'incidents reste inévitable malgré toutes les précautions employées, tels que : surtension, coups de foudres, surcharges, fausses manœuvres, vieillissement des isolants.

L'objectif de cette étude est de réaliser le dimensionnement d'une installation d'un atelier de machines électriques au sein de l'institut de maintenance et de Sécurité Industrielle, en utilisant un logiciel de simulation Ecodial. Ecodial est un logiciel de conception assistée par ordinateur (CAO) développé par Schneider Electric.

Le présent manuscrit est divisé en trois chapitres :

Le premier chapitre expose des généralités sur l'architecture des réseaux électriques, la production de l'électricité et la structure des réseaux électrique. Les niveaux de tension selon les normes mondiales sont exposés aussi dans ce chapitre.

Le deuxième chapitre est consacré à la description du dimensionnement d'une installation électrique, nous présentons les objectifs du dimensionnement, les différentes étapes de le dimensionnement d'une installation électrique : bilans de puissance, des sections des câbles des chutes de tension des courants de court-circuit des courants de court-circuit, Choix des dispositifs de protection. Une description générale du logiciel Ecodial est présentée aussi dans ce chapitre.

La troisième chapitre relate les résultats de simulation à l'aide du logiciel Ecodial , le bilan de puissance de notre installation est calculé aussi ce chapitre. Une comparaison entre le calcul théorique et les résultats de simulation est récapitulé à la fin de ce chapitre

Le manuscrit est clôturé par une conclusion générale

Chapitre I :

Architecture des réseaux

électriques

Introduction

Dans le domaine électrique, il existe plusieurs formes d'architectures des réseaux électriques, qui dépendent de niveau de tension, puissance demandée et de la sûreté d'alimentation requise.

Ces architectures sont très importantes et très sensibles, ce qui nécessite une étude détaillée et un choix précis des appareillages et éléments électriques pour assurer la protection nécessaire contre tous types d'anomalies telles que les court-circuits, les surtensions, les surintensités.

1. Définition du réseau électrique

Un réseau électrique est un système maillé mettant en œuvre :

- Des nœuds (ou postes) où sont raccordés :

Les centrales (centre de production),

Les charges (consommation),

Les lignes électriques (élément du réseau).

- Des branches (ou lignes électrique) : qui interconnectent les nœuds. [1]

Un réseau est un certain nombre de fonctions et de comportements d'ensemble, des ouvrages et des matériels (lignes aériennes et souterraines, postes, câbles, appareillage, transformateurs, parafoudres, etc.) qui forment le réseau physique, c'est tout un ensemble d'automatismes et de transmission d'informations et de commandes, ensemble coordonné, donc système nerveux absolument indispensable à la protection des ouvrages et des matériels, à la robustesse du réseau vis-à-vis des défaillances internes et des agressions extérieures telles la foudre et les conditions climatiques extrêmes ; système indispensable aussi à la maîtrise par l'exploitant d'un outil technique qui, pour les réseaux publics, du moins, n'est pas concentré en un site, mais couvre des milliers et des centaines de milliers de kilomètres carrés. [1]

Les réseaux électriques ont pour fonction d'interconnecter les centres de production tels que les centrales hydrauliques, thermiques..., avec les centres de consommation (villes, usines...).

La figure I.1 illustre une vue globale du réseau électrique, comportant quatre niveaux : production, transport, répartition et distribution. [2]

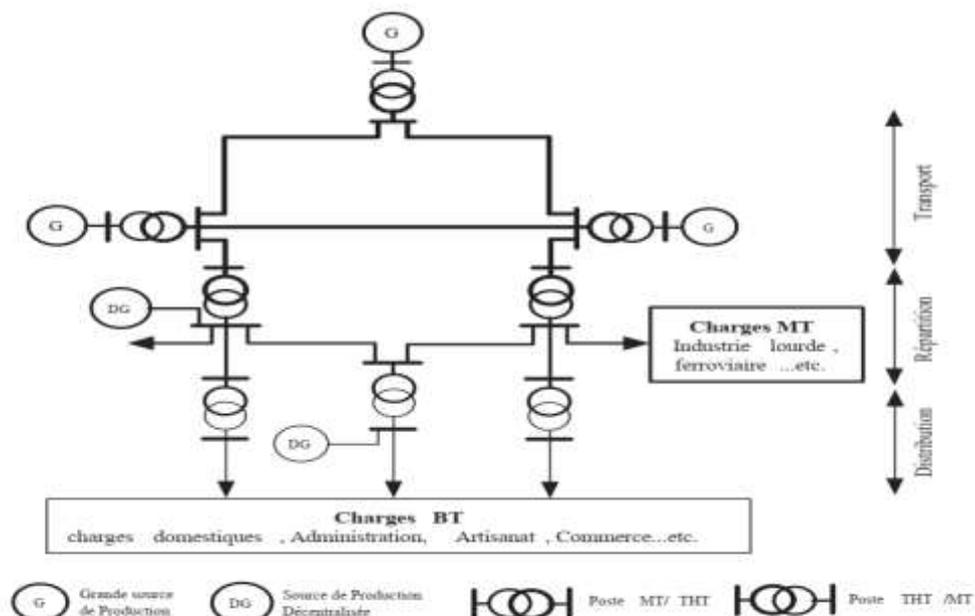


Figure I.1 : Vue globale du réseau électrique [2]

2. Production de l'énergie électrique

- La production de l'énergie électrique consiste à la transformation de l'ensemble des énergies convertibles (énergies primaires) en énergie électrique.

Les principales sources peuvent être divisées en deux catégories selon leur origine

- Sources primaires fossiles : fioul, charbon, gaz, uranium.
- Sources primaires renouvelables : eau, soleil, vent, biomasse, géothermie. [3]

Les sources primaires varient d'un pays à autre, exemple en Algérie, le gaz naturel couvre plus de 70% de la production. [2]

La figure ci-dessous (figure I.2) montre la répartition des sources primaires dans le monde.

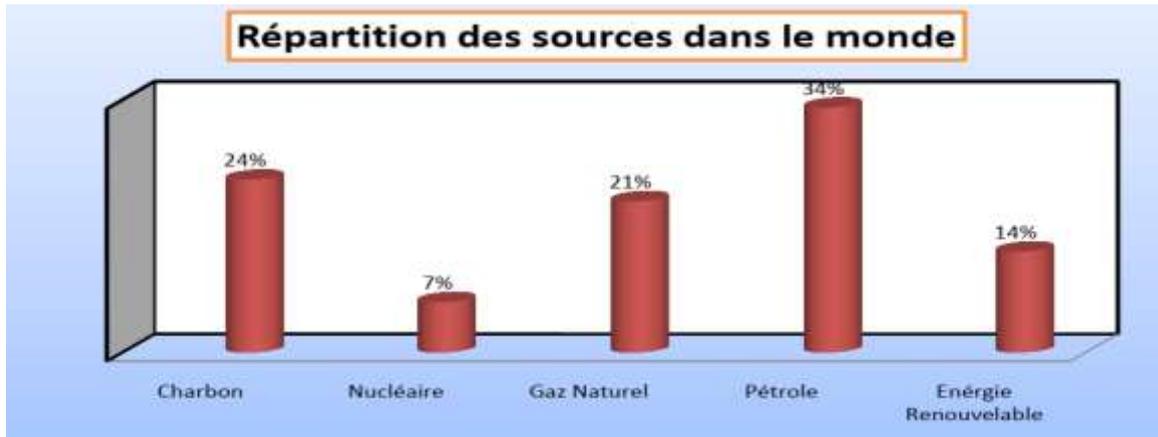


Figure I.2 : Répartition des sources primaires d'énergie dans le monde [8]

2.1.Productions centralisées

Les productions classiques d'électricité reposent sur trois types de centrales

2.1.1 Les centrales thermiques

Les centrales thermiques produisent l'électricité à partir de la chaleur qui se dégage de la combustion du charbon, du mazout ou du gaz naturel. On les trouve souvent près des rivières, lac et mer, car la vapeur sortant des turbines nécessite un refroidissement et une condensation.

La combustion dégage une grande quantité de chaleur utilisée pour chauffer de l'eau dans la chaudière. La vapeur sous pression fait tourner à grande vitesse une turbine qui entraîne elle-même un alternateur qui produit une tension alternative sinusoïdale, comme illustre figure I.3 [4]

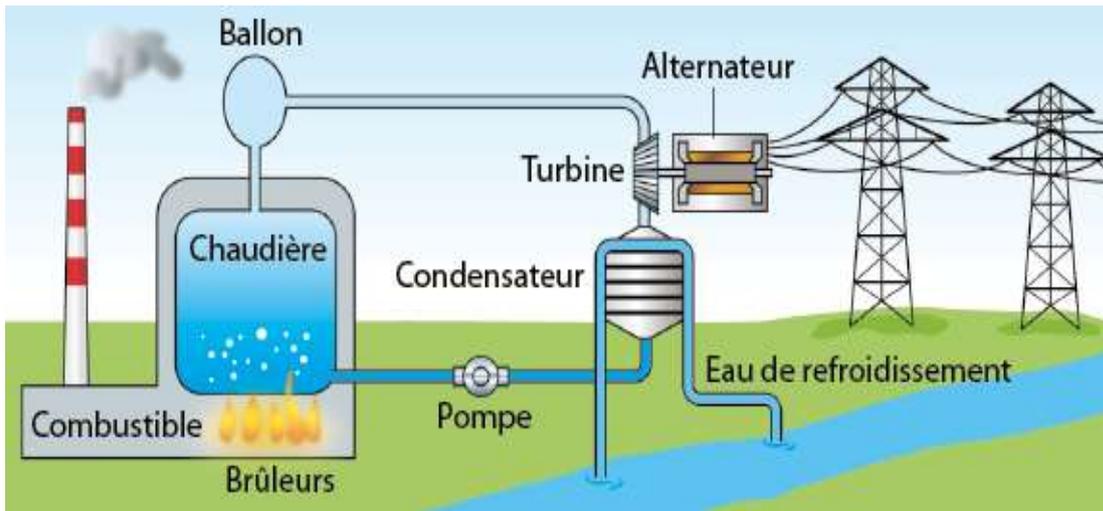


Figure I.3 : Fonctionnement d'une centrale thermique [4]

2.1.2 Les centrales hydroélectriques

Une centrale hydroélectrique produit de l'électricité grâce à une chute d'eau entre deux niveaux de hauteurs différentes, mettant en mouvement une turbine reliée à un alternateur.

A la sortie de la conduite, la force de l'eau fait tourner une turbine qui fait à son tour fonctionner un alternateur. Grâce à l'énergie fournie par la turbine, l'alternateur produit un courant électrique alternatif (figure I.4) [5]

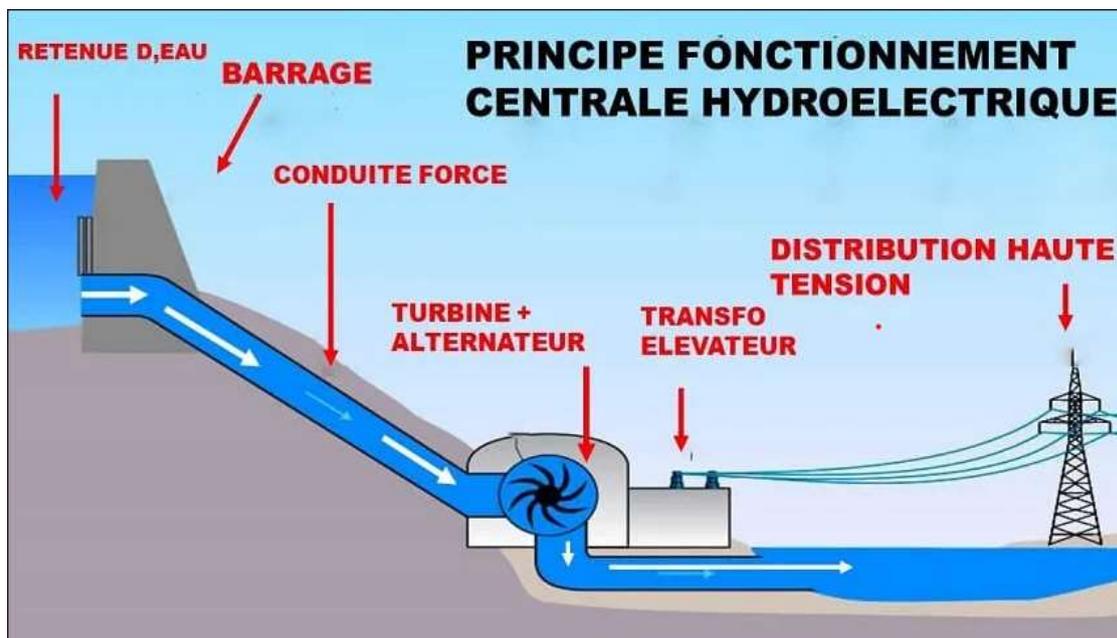


Figure I.4 : Fonctionnement d'une centrale hydraulique [19]

2.1.3 Les centrales nucléaires

L'énergie nucléaire est obtenue à la suite de réactions de fission de l'uranium et du plutonium, la quantité d'énergie libérée est énorme, car une diminution de 1 g seulement donne une énergie de 9.10^{13} joules, soit l'équivalent énergétique d'environ trois mille tonnes de charbon.

Ces centrales utilisent des cycles de conversion thermodynamique, néanmoins leur "chaudière" est un réacteur nucléaire et est la source de chaleur utilisée. [4]

- Auxquelles il faut aujourd'hui ajouter :

2.1.4 Les productions solaires

Il existe deux modes essentiels de production d'électricité utilisant l'énergie solaire :

La production photovoltaïque

A partir de cellules du même nom, transformant directement le rayonnement en électricité, solution se prêtant à des puissances de production très variées. [6]

La production thermodynamique

Utilisant la chaleur du soleil pour produire l'électricité à partir des cycles mécaniques classiques, solution ne pouvant guère convenir qu'à des installations relativement importantes. [7]

2.1.5 Les centrales éoliennes

Les hélices qui tournent grâce au vent permettent de générer de l'énergie mécanique ou électrique partout où il y a du vent (figure I.5). L'énergie éolienne captée sur les pales entraîne le rotor, qui est relié à un générateur qui convertit l'énergie mécanique en énergie électrique.

L'énergie produite par une éolienne dépend avant tout de la vitesse du vent, mais aussi de la surface balayée par les pales et de la densité de l'air. [8]

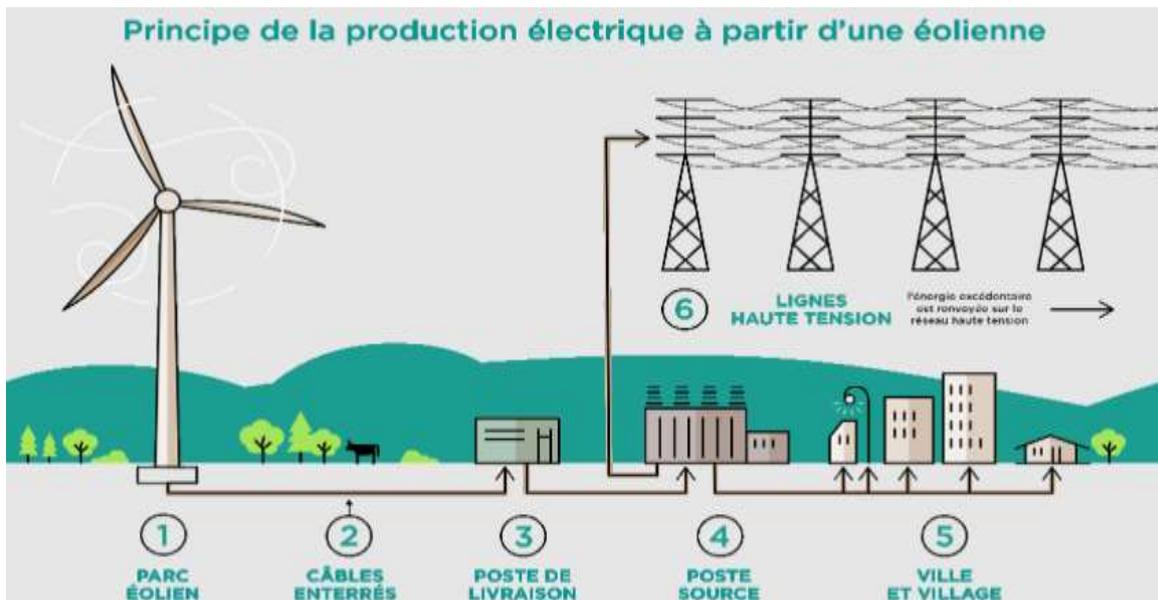


Figure I.5 : Principe de production éolienne [7]

2.2 Productions décentralisées

L'ouverture du marché d'électricité a fait l'apparition de petits producteurs, connectés aux réseaux électriques de distribution de manière décentralisée, certains utilisent le terme GED (Génération d'Énergie Dispersée). [9]

L'Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE) définit la génération dispersée comme l'énergie électrique générée par des installations qui sont suffisamment plus petites que les centrales classiques de production. [9]

3. Les différents types de réseaux électriques

3.1. Réseaux de transport

Les réseaux de transport sont à très haute tension (de 150 kV à 800 kV) et ont pour but de transporter l'énergie des grands centres de production vers les régions consommatrices d'électricité. Les grandes puissances transitées imposent des lignes électriques de forte capacité de transit. [10]

3.2. Réseaux d'interconnexion

Les réseaux d'interconnexions assurent la liaison entre les centres de production, et permettent des échanges entre différentes régions et même avec des pays voisins. Ces réseaux sont organisés de façon que toutes les lignes à THT soient reliées par des postes de transformations assurant la continuité entre les lignes de différents niveaux de tension. [10]

3.3. Réseaux de répartition

Les réseaux de répartition sont issus du réseau de transport des postes interconnectés THT/HT (MT) pour alimenter en haute ou moyenne tension les gros équipements électriques industriels et distribuer l'énergie dans différentes zones rurales ou urbaines. Ce type de réseau utilise typiquement 60 et 30 kV. [2]

3.4. Réseaux de distribution

Les réseaux de distribution présentent le dernier maillon de la chaîne de transmission de l'énergie entre le centre de production et le consommateur final. Ils sont généralement plus grands et plus denses que les réseaux de transport et de distribution qui alimente par des sous-stations haute tension de classe B (plus de 50 kV) à haute tension de classe A (1 à 50 kV). [9]

Il existe deux sous niveaux de tension dans les réseaux de distribution

3.4.1 Réseaux de distribution à moyenne tension (de 3 à 33 kV)

Réseaux MT aériens

La structure de ces réseaux est arborescente à deux ordres de lignes, dorsales et dérivation. Cette structure destinée à desservir des zones à faible densité de charge est exploitée en radial. D'une façon générale, le bouclage entre réseaux voisins ne doit pas être recherché sauf pour des contraintes d'exploitation justifiées. [11]

Des interrupteurs automatiques seront installés à l'endroit de dérivation pour permettre l'élimination de la dérivation en défaut. Leur installation se fera suivant l'importance et la probabilité d'incidents sur la dérivation. Les sous dérivation doivent être équipés, au point de raccordement à la dérivation, d'interrupteurs manuels. [11]

Réseaux MT souterrains

La structure des réseaux souterrains est à un seul type de lignes : les dorsales. Ces réseaux, de par leur constitution (faible longueur et forte section des conducteurs) sont le siège de chutes de tension réduites. De ce fait, et tenant compte de l'importance des incidents (charge coupée et durée d'interruption plus élevées qu'en réseau aérien) il sera prévu une réalimentation soit par les réseaux voisins soit par un câble de secours. [11]

Dans ces réseaux, des organes de coupure permettent la mise hors service du tronçon en défaut et la réalimentation des parties saines. De ce fait les appareils seront des interrupteurs systématiquement. [11]

3.4.2 Réseaux de distribution basse tension (de 110 à 600 V)

La structure des réseaux aériens sera à deux ordres de lignes : les dorsales et les dérivations. Les connexions avec des lignes adjacentes ne sont justifiables que lorsqu'elles ont lieu de façon naturelle, soit avec investissement marginale [11]

Les câbles basse tension aériens sont nus ou isolés, la technique des câbles nus est de plus en plus abandonnée puisque elle présente certains inconvénients, parmi lesquels on peut citer :

- Un risque d'électrocution, notamment pour les usagers en cas de chute des conducteurs.
- Un risque d'incendie, en cas de court-circuit dans une région boisée.
- Des difficultés d'exploitation au moment des intempéries ou lors du renforcement du réseau [11]

Par contre, les câbles basse tension en conducteurs isolés torsadés sont plus utilisés car ils possèdent les avantages suivants

- Renforcement de la sécurité, grâce à l'isolement des conducteurs, aussi bien pour les agents que pour les usagers (réseau à proximité des balcons).
- Utilisation des supports de faible hauteur.
- Gain du temps appréciable lors de la réalisation des travaux sous tension (pas d'habillage des conducteurs).
- Diminution de plus de 90% des élagages.
- Suppression des défauts dus à des

Les conducteurs isolés basse tension pour réseaux aériens se présentent toujours sous la forme d'un faisceau composé d'un conducteur neutre central faisant office de porteur, autour duquel sont enroulés les trois conducteurs de conducteurs d'éclairage public. Chaque conducteur est recouvert d'une gaine isolant.

4. Niveaux de tension

Les niveaux de tension varient selon le type de réseau et selon le pays ou la région.

- Selon la norme IEC (International Electrotechnical Commission), les classes de tension sont définies comme suit :

THT (HTT) : très haute tension pour les tensions composées supérieures à 220 kV ;

HT (HT) : haute tension, tension composée plus élevée entre 33 kV et 220 kV ;

MT (MT) : moyenne tension, tension composée comprise entre 1 kV et 33 kV ;

BT (BT) : basse tension, entre 100V et 1kV ;

TBT (TBT) : très basse tension, inférieure à 100 V.

- En Amérique du nord la norme IEEE (Institute of Electrical and Electronics Engineers) est utilisée. Elle définit :

La tension moyenne MT (de 1 kV jusqu'à 69 kV).

- La norme française définit les niveaux comme suit :

HTB : supérieure à 50 kV,

HTA : entre 1 kV et 50 kV,

BTB : entre 500 V et 1 kV,

BTA : entre 50 et 500 V,
TBT : inférieur à 50 V. [9]

- La nouvelle norme en vigueur en Algérie (SONELGAZ) définit les niveaux de tension alternative comme suit (tableau I.1) [12]

Domaines de Tension	Tension Alternative	Tension continue
Très Basse Tension (TBT)	$U_n \leq 50$	$U_n \leq 120$
Basse Tension (BTA)	$50 < U_n \leq 500$	$120 < U_n \leq 750$
BTB	$500 < U_n \leq 1000$	$750 < U_n \leq 1500$
Haute Tension (HTA ou MT)	$1000 < U_n \leq 50\ 000$	$1500 < U_n \leq 75\ 000$
HTB	$U_n > 50\ 000$	$U_n > 75\ 000$

Tableau I.1 : Niveaux de tension [12]

5. Différentes structures du réseau électrique

Il existe 3 structures basées sur les qualités de service

5.1. Réseau à structure radiale

C'est une structure ultra simple (voir figure I.6) dont le schéma unifilaire est une arborescence, à l'origine se trouve un poste (HT/MT) relié à des réseaux de répartition constitués de postes (MT/BT) qui assure la distribution de l'énergie électrique. [13]

Avantages

- Ce type de réseau est extra simple à étudier et à construire.
- En cas de défaut, il suffit d'ouvrir l'appareille de protection placé en tête de ligne, ainsi dans toutes les branches.
- L'énergie circule dans un sens bien défini, ce qui permet de protéger et de commander celle-ci d'une façon simple, donc par un matériel peu onéreux.

Inconvénients

- Ce genre de réseau présent des lacunes, en effet il provoque une grande chute de tension comparativement à d'autres distributions.
- De plus, le réseau radial ne peut assurer une bonne continuité de service, du fait qu'un incident ou une coupure entraine la mise hors service du réseau sans aucune possibilité de réalimentation de secoure [14]



Figure I.6 : Schéma de la structure radiale

5.2. Réseau à structure bouclée

Une structure bouclée se distingue par l'existence d'un certain nombre de boucles fermées, contenant un nombre limité de sources (figure I.7).

Avantages

- En cas de défaut d'un élément la continuité de service est toujours assurée, car la mise hors tension d'un tronçon bien défini n'entraîne pas des surcharges inadmissibles pour les autres. Fait du rapport de charge est donc de fortes sections.
- Un bon rendement.

Inconvénients

- Le coup de réalisation et de sa mise en œuvre est très important sans compter le coup des protections.
Fort courant de court-circuit. [10]

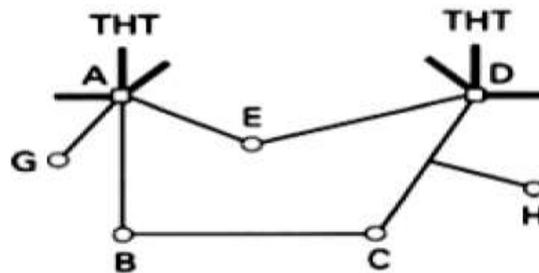


Figure I.7 : Schéma de la structure bouclée

5.3. Réseau à structure maillée

Les réseaux maillés sont des réseaux où les liaisons forment des boucles réalisant une structure semblable à la maille d'un filet (figure I.8).

Avantages

- une meilleure sécurité d'exploitation.
- une continuité de service pour les consommateurs, car en cas de défaut il suffit d'isoler le tronçon défectueux entre les deux nœuds.

Inconvénients

- l'étude de ce type de réseau est très complexe.
- Sa réalisation est plus coûteuse par rapport à d'autres types de réseaux électriques.

Remarque

Les choix entre les différentes structures ne peuvent se faire qu'après une étude économique, tenant compte non seulement du prix de revient du réseau, mais aussi de la qualité de service qui pourra être assurée et des possibilités d'extension du réseau [5].

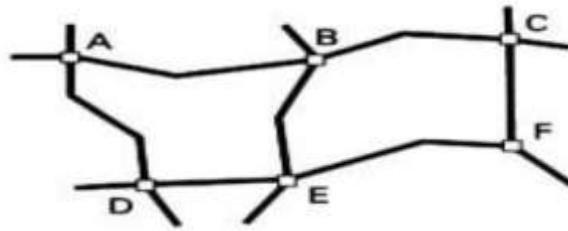


Figure I.8 : Schéma de la structure maillée

6. Les postes électriques

La Commission Électrotechnique Internationale (CEI) définit un poste électrique comme la partie d'un réseau électrique, située en un même lieu, comprenant principalement les extrémités des lignes de transport ou de distribution, de l'appareillage électrique, des



Figure I.9 : Photo réelle d'un poste électrique à Zahana

bâtiments, et éventuellement des transformateurs (figureI.9). [15]

Un poste électrique est par conséquent un élément du réseau électrique permettant à la transmission ainsi qu'à la distribution d'électricité. Il permet d'élever la tension électrique pour sa transmission, puis de la redescendre en vue de sa consommation par les utilisateurs (spécifiques ou industriels). Les postes électriques se trouvent par conséquent aux extrémités des lignes de transmission ou de distribution.

Les postes électriques ont pour fonctions de :

- élever/abaisser la tension ; transformateurs de puissance
- changer la configuration du réseau ; disjoncteurs sectionneurs
- éliminer les défauts sur le réseau; disjoncteurs (associé aux relais)
- limiter les surtensions; parafoudres
- régulariser l'amplitude de la tension ; changeurs de prises, de transformateur, inductances shunt compensateurs statiques
- réguler et/ou augmenter le transit de puissance active ; compensation série
- effectuer des opérations de mesurage ; transformateurs de courant, transformateurs de tension

6.1.les elements de poste electrique

Le poste électrique contient des appareils électriques qui participent au bon fonctionnement du réseau, la figure suivante montre les différents composants électriques du poste.

Les différents éléments assurant le fonctionnement des postes électriques sont à détaillés par la suite (voir figureI.10)

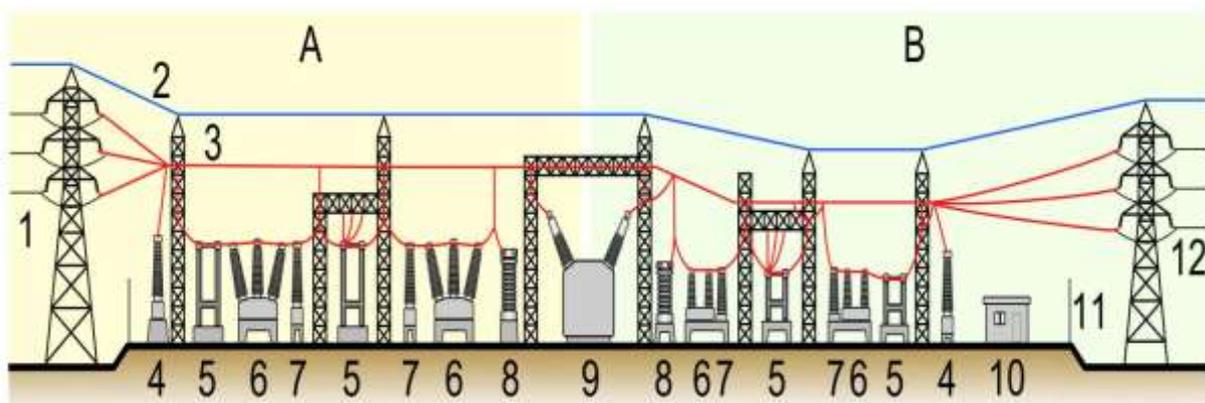


Figure I.10 : Eléments de poste électrique [4]

A : côté primaire,

1 Ligne électrique primaire ;

2 Câble de garde ;

3 Ligne électrique ;

4 Transformateur de tension ;

5 Sectionneur ;

6 Disjoncteur ;

B : côté secondaire

7 Transformateur de courant ;

8 Parafoudre;

9 Transformateur de puissance ;

10 Bâtiment secondaire ;

11 Clôture ;

12 Ligne électrique secondaire

6.1.1 Les lignes électriques

Il existe quatre types de lignes

- Ligne de distribution à BT : ce sont les lignes installées aux usines pour l'alimentation des moteurs.
- Ligne de distribution à MT : les lignes reliant les consommateurs aux postes.
- Ligne de transport à HT : les lignes reliant les postes aux centrales de production.
- Ligne de transport à THT : les lignes qui relient les centrales aux centres d'utilisation. [10]

6.1.2 Jeux de barres

Les jeux de barres sont les conducteurs de l'électricité dans un tableau électrique, à l'intérieur de l'appareillage électrique ou dans un poste électrique (figure I.11). [4]



Figure I.11 : Jeux de barre d'un poste électrique [20]

6.1.3 Parafoudre

Les parafoudres ont été conçus dans le but d'assurer une meilleure protection des installations contre les coups de foudre direct ou indirect et une bonne continuité de service. [10]



Figure I.12 : Parafoudre d'un poste électrique [20]

6.1.4 Disjoncteur

Caractérisé par son pouvoir de coupure, le disjoncteur est l'appareil de coupure de courant en charge en mettant des portions de circuit sous ou hors tension, il est destiné à protéger les circuits et les installations contre les surcharges. (Figure I.13) [15]



Figure I.13 : Photo réelle d'un disjoncteur

6.1.5 Sectionneur

C'est un appareil électromécanique permettant de séparer, mécaniquement, un circuit électrique et son alimentation (figure I.14). Son rôle est d'assurer la sécurité des personnes travaillant sur la partie isolée du réseau électrique, et d'éliminer une partie du réseau en dysfonctionnement pour pouvoir en utiliser les autres parties. [10]

6.1.6 Transformateurs de puissance



Figure I.14 : sectionneur d'un poste électrique
[17]

Les transformateurs de puissance (figure I.15) peuvent être éleveur de tension électrique (par exemple de 20 kV à 400 kV en sortie de centrales) ou abaisseur de la tension électrique (par exemple de 63 kV à 20 kV pour livrer l'énergie aux réseaux de distribution) [4]



Figure I.15 : Photo réelle d'un transformateur de puissance

6.1.7 Transformateurs de mesure (courant et tension)

Les transformateurs de mesure (figure I.16) permettent la mesure de la tension (TT) ou du courant (TC) quand une valeur est trop élevée pour être mesurée directement. Ils servent à alimenter des appareils de mesure, des compteurs, des relais et autres appareils analogues. [4]



Figure I.16 : Transformateurs de mesure [18]

6.2. Différents types de postes électriques

Il existe plusieurs types de postes électriques

6.2.1 Postes de sortie de centrale

L'objectif de ces postes est de raccorder une centrale de production de l'énergie au réseau. [15]

6.2.2 Postes d'interconnexion

L'objectif est d'interconnecter plusieurs lignes électriques, ils comprennent un ou plusieurs points communs triphasés appelés jeu de barres

6.2.3 Postes de transformation (postes élévateurs)

L'objectif est de monter le niveau de tension, avec un transformateur .

6.2.4 Postes de distribution

Les postes de distribution sont l'interface entre les réseaux MT et BT. Ils ont un rôle de transformation MT/BT auquel peuvent éventuellement être associées une fonction d'exploitation MT (point de coupure) et une fonction de répartition BT, suivant la charge à desservir. Le poste MT/BT est un organe très répandu sur le réseau, qui se présente sous des formes extrêmement variées, suivant l'environnement et la puissance à desservir. Une des caractéristiques essentielles des postes MT/BT est leur puissance nominale. [16]

Les postes MT/BT assurent l'alimentation et la protection du réseau BT. On rencontre deux types principaux :

- Les postes MT/BT sur réseaux aériens sont très majoritairement représentés par les transformateurs sur poteau sans appareil de coupure sur la MT.
- Les postes MT/BT sur réseaux souterrains sont majoritairement représentés par les postes en cabine avec deux interrupteurs sectionneurs MT pour manœuvrer sur l'artère et un interrupteur fusible en protection du transformateur. [16]
-

7. Conclusion

Ce premier chapitre a été consacré à l'architecture des réseaux électriques où nous avons présenté quelques rappels sur les différents types et les différents éléments constitutifs des réseaux et des postes électriques. Nous avons présenté aussi les niveaux de tensions selon les normes internationales. Un aperçu détaillé sur la production de l'électricité est exposé dans ce chapitre.

Chapitre II :
dimensionnement
d'une installation
électrique BT

Introduction

Dans les installations industrielles, la continuité de la distribution de l'énergie électrique vers les différents récepteurs nécessite le bon dimensionnement de chaque partie de l'installation : transformateurs, câbles, câblages, moteurs, dispositifs de commande et de protection.

Dans ce chapitre, nous illustrons les éléments suivant les différentes étapes de dimensionnement d'une installation électrique, qui nécessite une détermination précise de la tuyauterie et de sa protection électrique, de plus, l'installation doit assurer la protection des biens et des personnes sans altérer le fonctionnement normal, l'étude des installations électriques se fait de manière ordonnée en respectant les points suivants :

- Recueillement des données et établissement des bilans de puissance ;
- Détermination des sections des câbles ;
- Détermination des chutes de tension ;
- Détermination des courants de court-circuit ;
- Détermination des calibres In des déclencheurs des disjoncteurs ;
- Choix des dispositifs de protection ;
- Sélectivité des protections.

1. Les objectifs de dimensionnement

Le dimensionnement correct d'une installation complexe est ainsi simplifié, et offre un gain de temps appréciable, qui correspond au bon dimensionnement des installations électriques, tant au niveau des conducteurs que des protections mises en place.[17]

2. Méthodologie du dimensionnement

La méthodologie du dimensionnement peut être prise dans l'organigramme de la figure II.1.

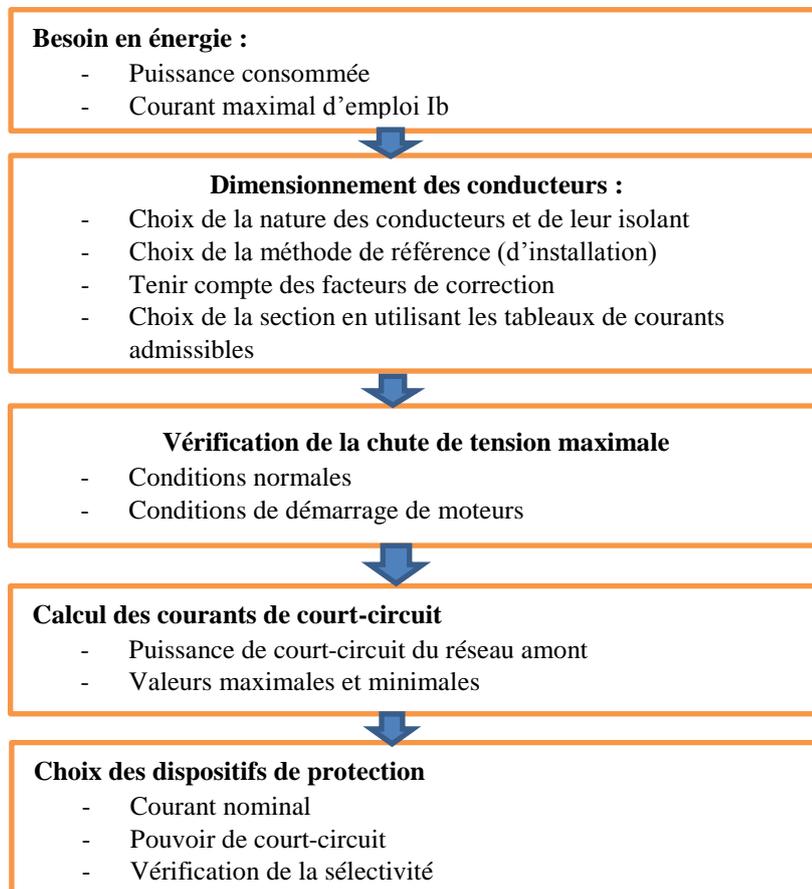


Figure II.1 : Organigramme de la méthodologie de dimensionnement

3. Bilan de puissance

3.1. Puissance installée

La puissance installée P_{inst} est égale à la somme des puissances nominales P_{nom} des récepteurs de l'installation.

$$P_{inst} = \sum P_{nom} (\text{Récepteur}) \quad (\text{II-1})$$

La valeur de puissance nominale du récepteur est donnée par sa documentation technique. En pratique, la puissance nominale du récepteur n'est pas toujours égale à la puissance consommée par ce dernier

- Pour un moteur, la puissance nominale correspond à la puissance de sortie sur son arbre. La puissance d'entrée consommée est évidemment plus importante.
- Pour une lampe à décharge ou une lampe fluorescente, qui possède un ballast stabilisateur, la puissance nominale indiquée sur la lampe (correspondant à la consommation par la lampe seule) est inférieure à la puissance consommée par la lampe et son ballast. [18]

3.2. Puissance absorbée

La puissance absorbée P_{abs} d'un récepteur est donnée par la puissance nominale P_{nom} , le rendement unitaire ρ et le facteur de puissance $\cos\phi$.

$$P_{abs} = \frac{P_{nom}(\text{recepteur})}{\rho \cdot \cos\phi} \quad (\text{II.2})$$

ρ : Rendement unitaire KW sortie / KW entrée

La puissance absorbée est souvent supposée être la somme arithmétique des puissances apparentes de chaque récepteur (cette sommation est exacte si toutes les charges ont le même facteur de puissance) pour des raisons de confort de calcul.

Par conséquent, la valeur de la puissance apparente est supérieure à la valeur de la puissance absorbée, la différence représente une marge d'erreur acceptable lors de la phase de conception. [18]

3.3. Puissance d'utilisation et puissance foisonnée :

Les récepteurs ne fonctionnent pas tous ni en même temps ni à pleine charge : des facteurs de simultanéité (K_s) et d'utilisation (K_u) permettent de calculer la puissance d'utilisation. Ainsi, la puissance d'utilisation (P_u) est obtenue à partir de la puissance absorbée « P_a » et pondérée avec les coefficients d'utilisation « K_u » et de simultanéité (K_s), à savoir [19]

- La puissance d'utilisation P_u est égale à la somme des puissances absorbées et valorisées par le facteur suivant

$$P_u = K_u \cdot P_{abs} \quad (\text{II.3})$$

K_u : facteur d'utilisation maximum

- La puissance foisonnée PF d'une distribution est égale à la somme des puissances absorbées et valorisées par le facteur suivant

$$PF = K_s \cdot P_u = K_s \cdot K_u \cdot P_{abs} \quad (\text{II.4})$$

K_s : facteur de simultanéité [18]

3.3.1 Facteur d'utilisation maximale K_u

Dans une installation industrielle, on suppose que les récepteurs ne seront jamais utilisés à pleine puissance. On introduit alors un facteur d'utilisation (K_u) qui varie généralement de 0,3 à 1. A défaut de précision, on peut prendre

- $K_u = 0.75$ pour les moteurs.
- $K_u = 1$ pour l'éclairage et le chauffage.
- Pour les prises de courant, tout dépend de leur destination.

3.3.2 Facteur de simultanéité (K_s)

Dans une installation industrielle, les récepteurs (d'un atelier par exemple) alimentés par une même canalisation, ne fonctionnent pas simultanément dans tous les cas. Pour tenir compte de ce phénomène, qui reste lié aux conditions d'exploitation de l'installation, dans le dimensionnement des liaisons, on applique à la somme des puissances des récepteurs le facteur de simultanéité. Les valeurs des tableaux suivants (II.1) et (II.2) peuvent être utilisées pour le calcul

Utilisation	Facteur de simultanéité K_s
Eclairage	1
Chauffage et conditionnement d'air	1
Prises de courant (n : nombre de prises de courant alimenté 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 de simultanéité pour bâtiment administratif

Nombre de circuits de courants nominaux voisins	Facteur de simultanéité K_s
2 et 3	0.9
4 et 5	0.8
6 et 9	0.7
10 et plus	0.6

Tableau II.2 : Facteur de simultanéité pour armoires de distribution industrielle

3.3.3 Facteur tenant compte des prévisions d'extension K_e

Le rôle du facteur d'extension, appelé aussi facteur de réserve, est de prévoir une augmentation de la puissance absorbée. Rarement utilisé sur des circuits terminaux, mais plutôt sur un ensemble de plusieurs départs comme un coffret ou une armoire électrique. Le coefficient varie de 1 à 1,3. Pour les installations industrielles on prend généralement 1,2 qui sera le cas pour notre travail. [19]

4. Le courant d'emploi I_b

Le courant d'emploi I_b 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, il est déterminé à partir du courant absorbé. [20]

Chapitre II : Dimensionnement d'une installation électrique BT

La NF C 15- 100 nous donne la valeur du courant d'emploi I_B circulant dans les conducteurs de phase et définie par

$$I_b = P_{nom.} \cdot a \cdot b \cdot c \cdot d \cdot e \quad (II.5)$$

4.1.Le facteur a

Il tient compte du facteur de puissance et du rendement : $a = \frac{1}{\rho \cdot \cos(\phi)}$ (II.6)

- Pour les chauffages (avec résistances) : $a = 1$
- Pour l'éclairage et les moteurs voir le guide UTE C 15- 105
- Pour les autres récepteurs : a est à déterminer suivant les indications des constructeur

4.2.Le facteur b : facteur d'utilisation des appareils

Dans une installation industrielle, le facteur b peut varier entre 0,3 et 0,9. En l'absence d'indications plus précises, un facteur d'utilisation de 0,75 peut généralement être adopté pour les appareils à moteur. Pour les appareils d'éclairage et de chauffage, le facteur d'utilisation est toujours égal à 1.

4.3.Le facteur c : facteur de simultanéité

La détermination des facteurs de simultanéité c nécessite la connaissance détaillée de l'installation considérée et l'expérience des conditions d'exploitation, notamment pour les moteurs et les prises de courant. Il n'est pratiquement pas possible de spécifier des valeurs du facteur c pour chaque type d'installation, mais, en l'absence d'indications plus précises, la valeur du facteur de simultanéité peut être prise dans le tableau (II.3)

Utilisation	Facteur de simultanéité
Eclairage	1
Chauffage	1
Prise de courant	0.1 à 0.2
Ascenseur	1

Tableau II.3 : Facteur de simultanéité c

4.4.Le facteur d

Il tient compte des prévisions d'extension. La valeur du facteur d doit être estimée suivant les conditions prévisibles d'évolution de l'installation, il est au moins égal à 1 et pour les installations industrielles, une valeur d'au moins 1.2 est recommandée.

4.5.Le facteur e : le facteur de conversion des puissances en intensités

Le facteur e, exprimée en kW ou en kVA, en intensité exprimée en ampères peut être pris égal à

- en monophasé 127 V, $e = 8$ en monophasé 230 V, $e = 4,35$
- en triphasé 230 V, $e = 2,5$ en triphasé 400 V, $e = 1,4$

5. Le courant admissible

Selon la Commission électrotechnique internationale, le courant (permanent) admissible est « la valeur maximale du courant électrique qui peut parcourir en permanence, un conducteur, un dispositif ou un appareil, sans que sa température de régime permanent, dans des conditions données, soit supérieure à la valeur spécifiée [21]

$$I_z = K \cdot I_n \quad (II.7)$$

6. Choix de la puissance nominale du transformateur

Quand une installation doit être alimentée par un transformateur MT/BT et que la puissance d'utilisation de l'installation a été déterminée, un dimensionnement approprié du transformateur peut être déterminé en tenant compte (tab II.4)

- des possibilités d'amélioration du facteur de puissance de l'installation.
- des extensions prévisibles de l'installation,
- des contraintes d'installation (température...),
- et des puissances nominales existantes. [21]

Puissance apparente kVA	In (A)	
	237 V	410 V
100	244	141
160	390	225
250	609	352
315	767	444
400	974	563
500	1218	704
630	1535	887
800	1939	1127
1000	2436	1408
1250	3045	1760
1600	3898	2253
2000	4872	2816
2500	6090	3520
3150	7673	4436

Table II.4. Puissances apparentes normalisées des transformateurs MT/BT triphasés et intensités nominales correspondantes

L'intensité nominale du transformateur triphasé s'obtient à partir de sa puissance P et de la tension secondaire à vide par

$$I_n = \frac{P \cdot 10^3}{U\sqrt{3}} \quad (\text{II.8})$$

Avec

P : puissance du transformateur en KVA,

U : tension secondaire à vide (237 ou 410 V),

In en ampères.

En monophasé :

$$I_n = \frac{P \cdot 10^3}{V} \quad (\text{II.9})$$

Avec

- V = tension entre les bornes BT à vide (en volts)

Formules simplifiées

Pour 400 V (en charge triphasé) : $I_n = P \text{ (KVA)} * 1.4$ (II.10)

7. Détermination de section des conducteurs

Dans une installation électrique, les sections des câbles et leurs protections doivent satisfaire plusieurs conditions exigées par la norme NF C 15-100 afin d'assurer la sécurité de l'installation. Les câbles doivent :

- Supporter le courant maximal d'emploi en permanence et ses pointes transitoires.
- Les chutes de tension générées ne dépassent pas les valeurs admissibles.

Les dispositifs de protections doivent :

- Protéger le câble contre toutes les surintensités jusqu'au courant de court-circuit.
- Assurer la protection des personnes contre les contacts indirects [22]

7.1.La section technique

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

- Echauffement normal
- Chute de tension
- Surcharge due au court-circuit

Echauffement normal

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

Chute de tension

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

Surintensité due au court-circuit

La température atteinte par l'âme à la fin d'une surcharge de courte durée due par exemple à un court-circuit ne doit pas dépasser la température dite de court-circuit admise par les matériaux constituant le câble retenu. Cette condition détermine la section que nous appellerons S_c .

La plus grande des trois sections S_j , S_z , S_c est la section technique nécessaire à la liaison. [2]

7.2.Section de sécurité S_s

Pour obtenir la section de sécurité des conducteurs de phase, il faut :

- déterminer une lettre de sélection qui dépend du conducteur utilisé et de son mode de pose.

Chapitre II : Dimensionnement d'une installation électrique BT

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

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

- le facteur de correction K1 prend en compte le mode de pose.
- le facteur de correction K2 prend en compte l'influence mutuelle des circuits placés côte à côte.
- le facteur de correction K3 prend en compte la température ambiante et la nature de l'isolant.
- le facteur de correction du neutre chargé Kn.
- le facteur de correction dit de symétrie Ks.

La détermination du coefficient K et de la lettre de sélection et de la section est donné par les tableaux suivants

- premièrement selon le type du conducteur et le mode de pose pour choisir la lettre de

Types d'éléments conducteurs	Mode de pose	Lettre de sélection
Conducteurs et câbles multiconducteurs	Sous conduit, profité ou goulotte, en apparent ou encastré. Sous vide de construction. faux plafond. Sous caniveau. Moulures. plinthes. Chambranles	B
	En apparent contre mur ou plafond. Sur chemin de câbles ou tablettes non perforés.	C
Câbles multiconducteurs	Sur échelles. corbeaux. Chemin de câbles perforés. Fixes en apparent. Espacé de la paroi. Câblés suspendus	E
Câbles monoconducteur	Sur échelles. Corbeaux. Chemin de câbles perforés. Fixes en apparent. Espacé de la paroi. Câblés suspendus	F

sélection

Tableau II.5 : choix de lettre de sélection

- Méthode B : Les conducteurs sont enfermés dans des enceintes non ventilées, la dissipation de la chaleur est mauvaise.
- Méthode C : Les câbles sont à l'air libre, mais disposés contre des parois qui limitent la dissipation de la chaleur.
- Méthode E : Câbles multiconducteurs à l'air libre.
- Méthode F : Câbles mono conducteurs à l'air libre.

La section d'un conducteur de phase dépend du mode de pose et d'un coefficient d'influence noté K. Le coefficient K caractérise l'influence des différentes conditions de l'installation, $K = K1 \times K2 \times K3 \times Kn \times Ks$. Les valeurs des coefficients K1, K2, K3 sont déterminés à partir des tableaux suivants

7.2.1. Facteur de correction k1

Le facteur K1 mesure l'influence de mode de pose

Lettre de sélection	Cas d'installation	K1
B	Câbles dans des produits encastrés directement dans des matériaux thermiquement isolants	0.70
	Conduits encastrés dans des matériaux thermiquement isolants	0.77
	Câbles multiconducteurs.	0.9
	Vides de construction et caniveaux.	0,95
C	Pose sous plafond.	0.95
B, C, E, F	Autres cas	1

Tableau II.6 : Facteur de correction K1

7.2.2. *Facteur de correction K2*

Le facteur K2 mesure l'influence mutuelle des circuits placés côte à côte (tableau II.7). Une pose est jointive lorsque la distance entre 2 conducteurs est inférieure au double du diamètre d'un conducteur.

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
B, C	Encastrés ou noyés dans les parois	1.00	0.80	0.70	0.65	0.60	0.57	0.54	0.52	0.50	0.45
C	Simple couche sur les murs ou les planchers ou tablettes non perforées	1.00	0.85	0.79	0.75	0.73	0.72	0.72	0.71	0.70	0.70
	Simple couche au plafond	0.95	0.81	0.72	0.68	0.66	0.64	0.63	0.62	0.61	0.61
E, F	Simple couche sur des échelles à câble	1.00	0.88	0.82	0.77	0.75	0.73	0.73	0.72	0.72	0.72
		1.00	0.87	0.82	0.80	0.80	0.79	0.79	0.78	0.78	0.78

Tableau II.7 : Facteur de correction K2

Lorsque les câbles sont disposés en plusieurs couches, on applique en plus un facteur de correction de

- 0,80 pour deux couches.
- 0,73 pour trois couches.
- 0,70 pour quatre ou cinq couches.

5.2.3. Facteur de correction K3

Le facteur de correction K3 prend en compte la température ambiante et la nature de l'isolant (consulter les détails du tableau II.8).

Température ambiante (°C)	Isolation		
	Elastomère (caoutchouc)	Polychlorure vinyle(PVC)	Polyéthylène réticulé(PR) butyle, éthylène, propylène(EPP)
10	1.29	1.22	1.15
15	1.22	1.17	1.12
20	1.15	1.12	1.08
25	1.07	1.07	1.04
30	1.00	1.00	1.00
35	0.93	0.93	0.96
40	0.82	0.87	0.91
45	0.71	0.79	0.87
50	0.58	0.71	0.82
55	-	0.61	0.76
60	-	0.50	0.71

Tableau II.8 : Facteur de correction K3

7.2.3. Détermination des sections des câbles

On calcule l'intensité fictive $I'Z$ donné par la loi au-dessous, et grâce au tableau (tabII.9), on détermine la section du conducteur. $I'Z = Iz/k$

		Isolant et nombre de conducteurs chargés (3 ou 2)													
Lettre de sélection	B	PVC3	PVC2		PR3		PR2								
	C		PVC3		PVC2	PR3		PR2							
	D										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		26	32	31	37	
	2,5	21	24	25	27	30	31	33	36		34	42	41	48	
	4	28	32	34	36	40	42	45	49		44	54	53	63	
	6	38	41	43	48	51	54	58	63		56	67	66	80	
	10	50	57	60	63	70	75	80	86		74	90	87	104	
	16	68	76	80	85	94	100	107	115		96	116	113	136	
	25	89	96	101	112	119	127	138	149	161	123	148	144	173	
	35	110	119	128	138	147	158	169	185	200	147	178	174	208	
	50	134	144	153	168	179	192	207	225	242	174	211	206	247	
	70	171	184	196	213	229	246	268	289	310	216	261	254	304	
	95	207	223	238	258	278	298	328	352	377	256	308	301	360	
	120	239	259	276	299	322	346	382	410	437	290	351	343	410	
	150		299	319	344	371	395	441	473	504	328	397	387	463	
	185		341	364	392	424	450	506	542	575	367	445	434	518	
	240		403	430	461	500	538	599	641	679	424	514	501	598	
	300		464	497	530	576	621	693	741	783	480	581	565	677	
	400					656	754	825		940					
	500					749	868	946		1 083					
	630					855	1 005	1 088		1 254					
	Section aluminium (mm ²)	2,5	16,5	18,5	19,5	21	23	25	26	28					
4		22	25	26	28	31	33	35	38						
6		28	32	33	36	39	43	45	49						
10		39	44	46	49	54	58	62	67		57	68	67	80	
16		53	59	61	66	73	77	84	91		74	88	87	104	
25		70	73	78	83	90	97	101	108	121	94	114	111	133	
35		86	90	96	103	112	120	126	135	150	114	137	134	160	
50		104	110	117	125	136	146	154	164	184	134	161	160	188	
70		133	140	150	160	174	187	198	211	237	167	200	197	233	
95		161	170	183	195	211	227	241	257	289	197	237	234	275	
120		186	197	212	226	245	263	280	300	337	224	270	266	314	
150			227	245	261	283	304	324	346	389	254	304	300	359	
185			259	280	298	323	347	371	397	447	285	343	337	398	
240			305	330	352	382	409	439	470	530	328	396	388	458	
300			351	381	406	440	471	508	543	613	371	447	440	520	
400						528	600	663		740					
500					610	694	770		856						
630					711	808	899		996						

Tableau II.9 : Courant IZ en (A) par les canalisations dans les conditions

8. Détermination des chutes de tension

L'impédance d'une canalisation est faible mais non nulle : lorsqu'elle est traversée par le courant d'emploi, il y a chute de tension entre son origine et son extrémité.

Or le bon fonctionnement d'un récepteur (moteur, éclairage) est conditionné par la valeur de la tension à ses bornes. Il est donc nécessaire de limiter les chutes de tension en ligne par un dimensionnement correct des canalisations d'alimentation. Cette section permet de déterminer les chutes de tension en ligne afin de vérifier qu'elles soient :

- Conformes aux normes et règlements en vigueur,
- Acceptables par le récepteur,
- Adaptées aux impératifs d'exploitation. [19]

Type de distribution	Nature de la chute de tension	Chute de tension (V)	Chute de tension en (%)
Monophasé biphasé	Entre phase	$u = 2 \cdot IB.L (R \cos\varphi + X \cdot \sin\varphi)$	$\Delta u = 100 \cdot u/U_0$
	Entre phase et neutre	$u = IB.L (R \cos\varphi + X \cdot \sin\varphi)$	$\Delta u = 100 \cdot u/U_0$
Triphasé équilibré	Avec ou sans neutre	$u = \sqrt{3} \cdot IB.L (R \cos\varphi + X \cdot \sin\varphi)$	$\Delta u = 100 \cdot u/U_0$

Tableau II.10 : détermination des chutes de tension

8.1. Les normes limitent les chutes de tension en ligne

La norme NF C 15-100 impose que la chute de tension entre l'origine de l'installation BT et tout point d'utilisation (figure II.2) n'excède pas les valeurs du tableau ci-dessous. D'autre part la norme NF C 15-100 § 552-2 limite la puissance totale des moteurs installés chez l'abonné BT tarif bleu. Pour des puissances supérieures aux valeurs indiquées dans le tableau (tab II.11) [23]

	Eclairage	Autres usages (force motrice)
Abonné alimenté par le réseau BT de distribution publique	3%	5%
Abonné propriétaire de son poste HTA/BT	6%	8% ⁽¹⁾

(1) : entre point de raccordement de l'abonné BT et le moteur.

Tableau II.11 : Tableau de chutes de tension maximale selon les norme

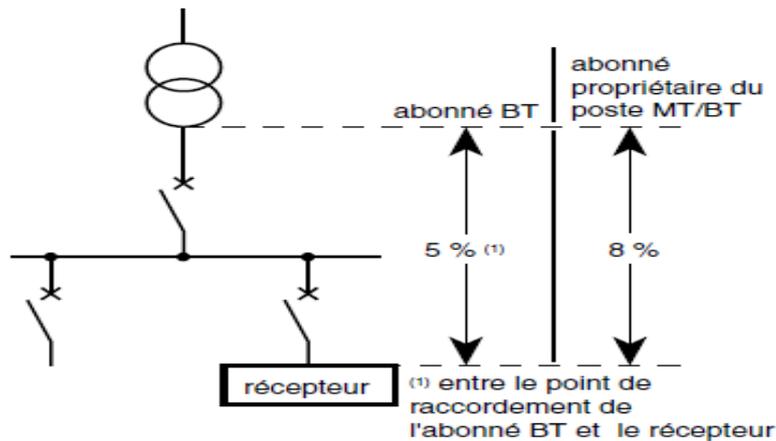


Figure II.2 : Les chutes de tension entre l'origine et le récepteur

9. Détermination des courants de court-circuit

Toute installation électrique doit être protégée contre les court-circuits et ceci, sauf exception, chaque fois qu'il y a une discontinuité électrique, ce qui correspond le plus généralement à un changement de section des conducteurs. L'intensité du courant de court-circuit est à calculer aux différents étages de l'installation ; ceci pour pouvoir déterminer les caractéristiques du matériel qui doit supporter ou couper ce courant de défaut. [19]

9.1. Les principaux défauts de court-circuit

Dans les installations électriques différents court-circuits peuvent se produire.

Les Caractéristiques des court-circuits

- Leurs durées
- Leurs origines
- Leurs localisations

Outre ces caractéristiques, les court-circuits peuvent être

- Monophasés : 80 % des cas.
- Biphasés : 15 % des cas. Ces défauts dégènèrent souvent en défauts triphasés.
- Triphasés : 5 % seulement dès l'origine. [19]

9.2. Conséquences des défauts de court-circuit

Elles sont variables selon la nature et la durée des défauts, le point concerné de l'installation et l'intensité du courant

- Au point de défaut, la présence d'arcs de défaut avec
 - ✓ Détérioration des isolants
 - ✓ Fusion des conducteurs
 - ✓ Incendie et danger pour les personnes
- Pour le circuit défectueux
 - ✓ Les efforts électrodynamiques, avec
 - déformation des JdB (jeux de barres),
 - arrachement des câbles.
- Sur-échauffement par augmentation des pertes joules, avec risque de détérioration des isolants
- Pour les autres circuits électriques du réseau concerné ou de réseaux situés à proximité

- Les creux de tension pendant la durée d'élimination du défaut, de quelques millisecondes à quelques centaines de milli secondes
- La mise hors service d'une plus ou moins grande partie du réseau suivant son schéma et la sélectivité de ses protections
- L'instabilité dynamique et/ou la perte de synchronisme des machines. [19]

9.3.Méthodes de calcul

Le calcul des courants de court-circuit peut se faire suivant cette méthode. Elle donne la valeur de I_{CC} mini à l'extrémité d'une installation qui n'est pas alimentée par un alternateur.

$$I_{CC} = A * \frac{0.8U * S}{\rho * l} \quad (\text{II.11})$$

U : Tension entre phase en [V]

L : Longueur de la canalisation en [m]

S : Section des conducteurs en [mm²]

$\rho = 0,028 \text{ m}\Omega \cdot \text{m}$ pour le Cu en protection fusible

$0,044 \text{ m}\Omega \cdot \text{m}$ pour l'Al en protection fusible

$0,023 \text{ m}\Omega \cdot \text{m}$ pour le Cu en protection disjoncteur

$0,037 \text{ m}\Omega \cdot \text{m}$ pour l'Al en protection disjoncteur

A= 1 pour les circuits avec neutre (section neutre =section phase)

1,73 pour les circuits sans neutre

0,67 pour les circuits avec neutre (section neutre =0,5 section phase)

10. Choix des dispositifs de protection

Le choix d'un disjoncteur doit se faire en fonction

- Des caractéristiques de réseau sur lequel il est installé
- De la continuité de service
- Des diverses règles de protection à respecter

10.1. Les disjoncteurs

Un disjoncteur est un appareil de connexion capable d'établir, de supporter et d'interrompre des courants dans des conditions normales et anormales jusqu'à son pouvoir de coupure ultime.

Les différents types de disjoncteurs

Parmi les différents types existants on cite :

- Le disjoncteur différentiel

Le disjoncteur différentiel à courant résiduel est utilisé, en particulier, chez chaque abonné. Son rôle principal est basé sur la protection des personnes contre les contacts indirects (fuites de courant à la terre) (figure II.3)

Principe de fonctionnement

Le dispositif différentiel comporte un circuit magnétique en forme de tore sur lequel sont bobinés le ou les circuits des phases et du neutre. En l'absence de fuite ou de courant résiduel de défaut, les flux produits par les bobines s'annulent, il ne se passe rien. Si un défaut survient, le courant résiduel de défaut produit un déséquilibre des flux dans les bobines et un

flux magnétique dans le tore apparaît. La bobine de mesure est le siège d'une force électromotrice (FEM) qui alimente un petit électro-aimant provoquant le déverrouillage du disjoncteur. [24]

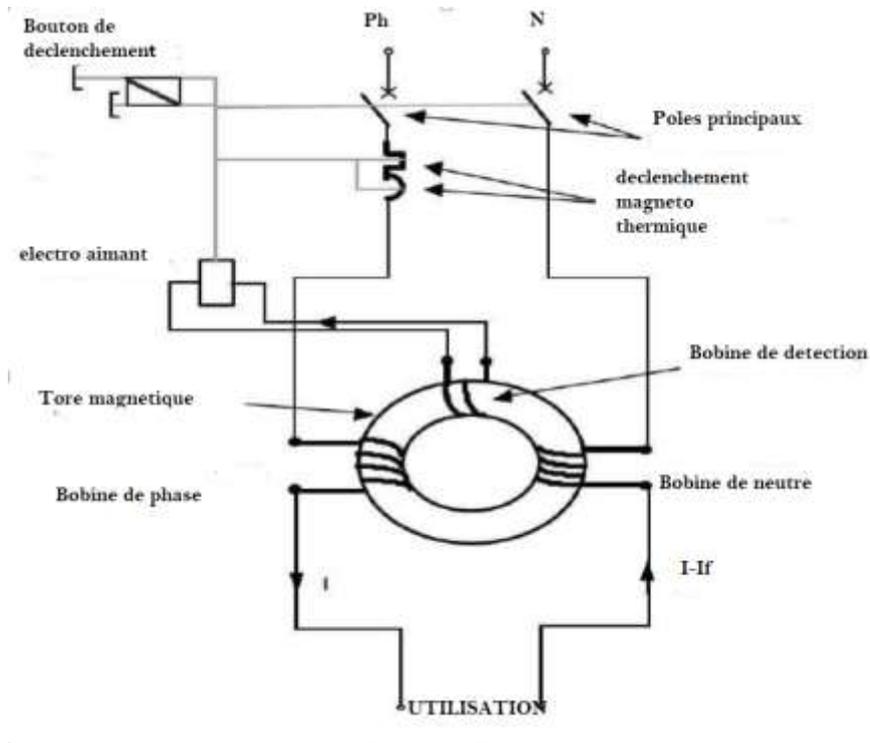


Figure II.3 : Disjoncteur différentiel [2]

Temps de déclenchement

Le temps de déclenchement du DDR est d'autant plus court que le courant de défaut est supérieur au courant de réglage. Il existe quatre classes de DDR en fonction de leur temps de fonctionnement (déclenchement + coupure). D'autre part, pour des raisons de sélectivité, il peut être nécessaire de retarder un déclenchement. Il y a trois types de retard

- Pas de retard
- 1 ms de retard
- 400 ms de retard

▪ Le disjoncteur magnétothermique

Le disjoncteur magnétothermique est le seul dispositif capable de remplir simultanément toutes les fonctions d'un appareillage électrique BT. Il assure également un grand nombre d'autres fonctions au moyen d'équipements auxiliaires (la signalisation, la mesure, etc...). Un disjoncteur est un appareil mécanique de connexion capable d'établir, de supporter et d'interrompre un courant dans un circuit électrique. [22]

Les disjoncteurs doivent satisfaire à la réglementation suivante

- CEI 60 898 pour les disjoncteurs domestiques
- CEI 60 947 pour les disjoncteurs industriels

Un disjoncteur protège l'installation contre

- Les surcharges (action du déclencheur thermique [A])
- Les surintensités (action du déclencheur magnétique [24])

10.2. Fonctionnement du déclenchement thermique

- En condition de surcharge

L'échauffement significatif fonction de l'intensité provoque le déclenchement grâce à un élément thermomécanique : le bilame.

- En condition de court-circuit

A partir d'une certaine intensité, le déclenchement est assuré quasi instantanément par un circuit magnétique qui actionne un noyau [24]

10.3. Régime du neutre

Dans un réseau, le régime du neutre joue un rôle très important, ainsi, lors d'un défaut d'isolement ou de mise accidentelle d'une phase à la terre, les valeurs prises par ces courants de défauts les tensions de contact et les surtensions sont étroitement liées au mode de raccordement du neutre dans lequel on a introduit une impédance pour en limiter l'intensité du courant traversant ce dernier [25]

Base du choix du régime de neutre

Le choix du régime du neutre s'effectue en fonction des critères suivants

- Niveau de tension, car le matériel doit avoir un niveau d'isolement compatible avec les surtensions engendrées lors des défauts monophasés.
- Coordination des isollements, les courants de défauts à la terre devant induire, compte tenu de la politique des mises à la terre des ouvrages, des montées en tensions locales compatibles avec les isollements des matériels à basse et moyenne tension.
- Réglementation et législation concernant les élévations de tension des masses, la sensibilité de détection.
- Continuité de fourniture en cas de défaut à la terre.
- Limitation du courant de défaut franc à la terre pour diminuer les contraintes électrodynamiques sur les matériels et réduire les phénomènes d'induction sur les lignes de télécommunication et les surtensions sur le matériel BT.
- Recherche de l'auto extinction des défauts monophasés. [25]

11. Présentation de logiciel ECODIAL Eco-structure design

Ecodial est un logiciel de conception assistée par ordinateur (CAO) développé par Schneider Electric et destiné aux dimensionnements des installations électriques basse tension.

Ecodial permet de dimensionner des réseaux électriques BT et vous aide à choisir le bon équipement et optimiser votre installation électrique [26]

11.1. Téléchargement du logiciel

Ecodial est gratuit, pour le télécharger, il vous suffit de vous inscrire sur le site de Schneider Electric afin de recevoir la clé de licence. Vous devrez remplir quelques informations comme (nom, email, etc.) et vous recevrez la clé de licence immédiatement. Ecodial vous fournit des résultats fiables en quelques clics. Si vous avez besoin de trouver facilement un produit sans entrer dans le catalogue de Schneider Electric, Ecodial vous propose un moteur de recherche à caractère technique pour la sélection d'un produit. [26]

11.2. Présentation du logiciel

Ecodial est un logiciel d'aide à la conception de réseaux électriques de distribution basse tension développé par Schneider électrique, incluant un éditeur de schéma utilisant des composants normalisés et des fonctions de calcul conformes aux normes électrotechniques NFC 15 100 et UTE-C 15 500.

Ecodial offre plusieurs fonctions complémentaires : gestion des projets, résultats détaillés des calculs, configuration de l'impression, recherche de produits dans la base de données, association de disjoncteurs en sélectivité ou en filiation, comparaison de courbes de déclenchement. Il permet également d'importer une étude réalisée avec un autre logiciel (format XML) et d'exporter les schémas et les calculs dans plusieurs formats. Les fichiers exportés peuvent être utilisés dans d'autres applications telles que des traitements de textes ou des logiciels de dessin. Ecodial permet de déterminer tous les cas d'extension, modification et mise en conformité des installations électriques. Utilisé par les organismes de contrôle, il est particulièrement adapté pour des simulations multiples.

Ecodial peut être utilisé pour concevoir des réseaux de distribution dont les caractéristiques générales sont les suivantes

- Tension 220 à 690 V.
- Fréquence 50 ou 60 Hz.
- Schéma de liaison à la terre TT, TN ou IT

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

- Détermination des calibres In des déclencheurs des disjoncteurs.
- Détermination des sections de câbles.

12. Description de l'interface graphique du logiciel

La figure II.4 montre l'interface graphique du logiciel ECODIAL

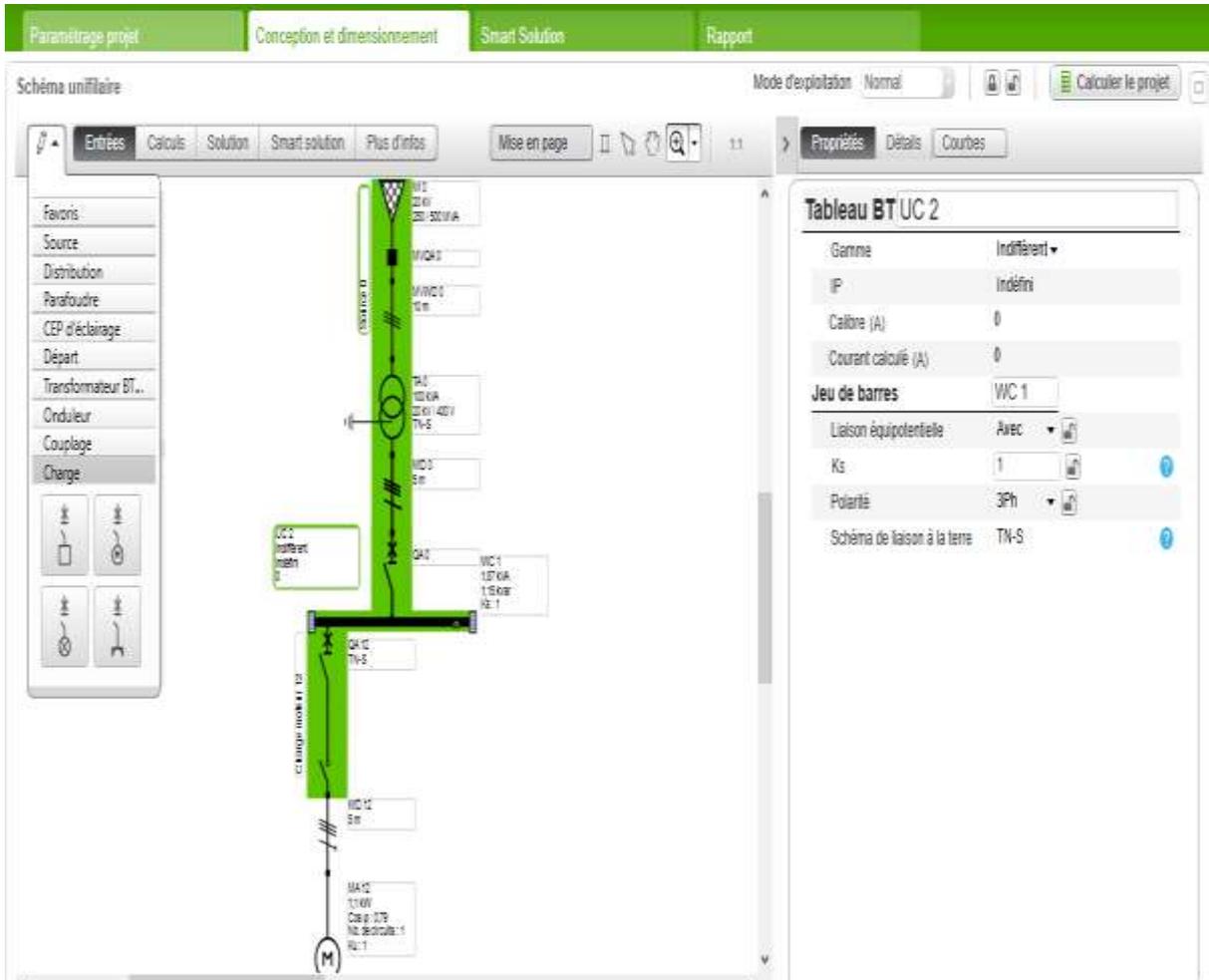


Figure II.4 : L'interface graphique du Logiciel ECODIAL

12.1. Définition des caractéristiques électriques générales du réseau

Lors du lancement du logiciel, la boîte de dialogue « Caractéristiques globales » est automatiquement affichée, avant de dessiner le schéma, on doit d'abord saisir les caractéristiques générales de l'installation. (Figure II.5)

Définition du réseau

Valeurs par défaut du réseau électrique

Fréquence de l'installation électrique	50	Hz
Cos ϕ cible	0,925	
Seuil de puissance réactive pour la compensation	50	kvar

Parafoudre

Activer/désactiver le calcul des parafoudres	Non	
--	-----	--

Valeurs par défaut pour les appareillages

Rechercher la filiation pour toutes les protections terminales de l'affaire ?	Non	
---	-----	--

Valeurs par défaut pour les fusibles

Technologie	DIN	
Choix des fusibles seul ou avec porte fusible	Avec porte fusible	

Cable BT

La section transversale maximale autorisée du câble par défaut
(Les tailles de conducteur supérieures à 300 mm² ne sont pas disponibles dans la norme CEI 60364-5-52)

	300	mm ²
Neutre réduit ?	Plein	
Température ambiante des câbles à l'air libre	30	°C
Température ambiante des câbles enterrés	20	°C
ΔU max câbles	2	%

Figure II.5 : Le paramétrage du projet dans logiciel ECODIAL

12.2. Réalisation du schéma unifilaire

Afin de réaliser le schéma électrique sur «ECODIAL», on doit utiliser la palette des composants électriques (figure II.6) .qui est affichée automatiquement en bas de l'écran lors du lancement de l'application



Figure II.6 : Outils de réalisation des schémas unifilaires

12.3. Introduction des caractéristiques des éléments du schéma

Pour faciliter l'exploitation ultérieure du schéma, il est préférable de donner un nom à chaque départ du schéma, et d'introduire les différentes caractéristiques (courant, puissance...etc.), on donne un exemple sur la figure suivante

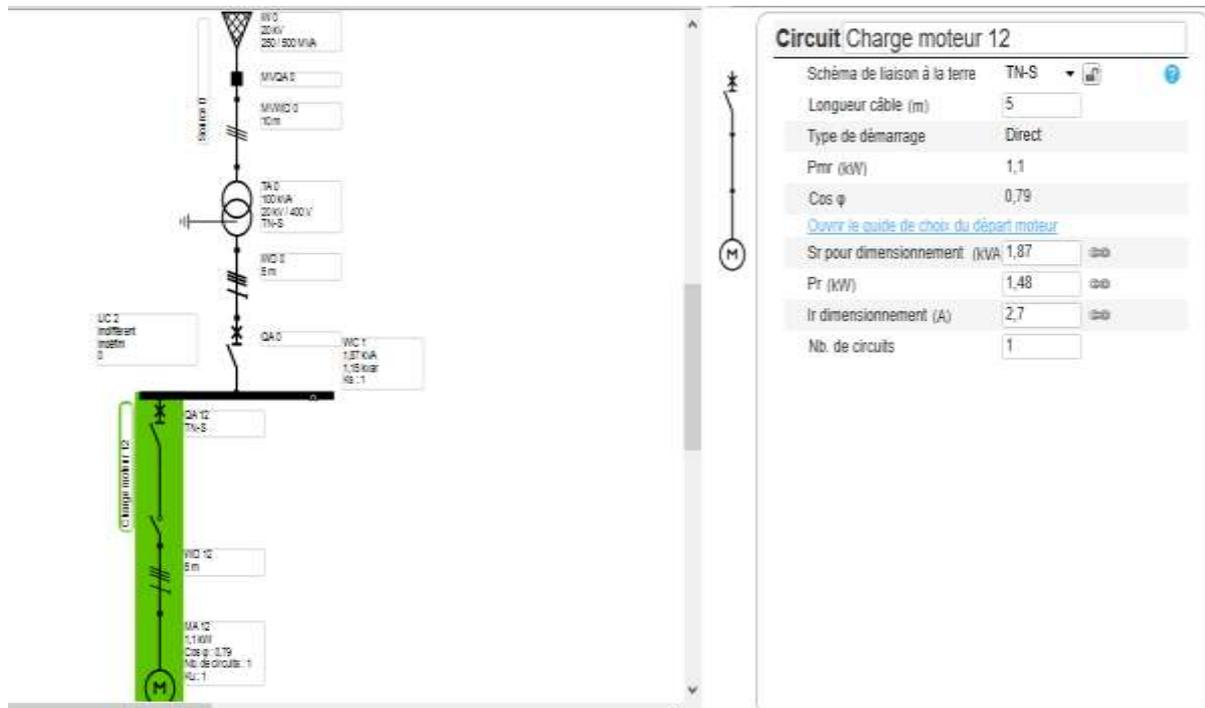


Figure II.7 : Les caractéristiques des éléments des schémas

13. Conclusion

Le chapitre réalisé est divisé en deux parties, dans la première partie nous avons présenté les notions élémentaires importantes pour la réalisation d'une étude d'installation électrique à basse tension, nous avons défini la méthodologie de dimensionnement et présenté les éléments nécessaires dans la réalisation d'un bilan de puissance ; puissances, courants. Le calcul de la chute de tension et le courant de court-circuit est présenté aussi dans ce chapitre, Les critères de choix des dispositifs de sécurité pour les installations électriques sont exposés dans ce chapitre.

La deuxième partie décrit le logiciel de simulation ECODIAL développé par Schneider.

Chapitre III :

simulation et calcul

Introduction

L'utilisation d'un logiciel de conception de réseaux électriques facilite le travail du concepteur, dans notre cas nous avons choisi le logiciel Ecodial développé par Schneider Electric, qui permet de multiples études de conception de réseaux industriels avec une utilisation facile.

Notre exemple est une installation électrique à basse tension pour un atelier des TP de machines électriques au sein de l'institut de maintenance et de sécurité industrielle IMSI.

L'utilisation du logiciel permis de dimensionner les différents composants du réseau (disjoncteurs, câbles, transformateurs...etc.). Des calculs manuels seront effectués pour vérifier les résultats obtenus par le logiciel de simulation Ecodial

1 Simulation avec le logiciel ECODIAL

Afin de mieux comprendre le fonctionnement de ce logiciel, nous proposons d'étudier l'installation suivante (figure1) en régime TN neutre. Les câbles MT sont en aluminium et les câbles BT sont en cuivre et la température ambiante est de 30°C.

2 Présentation de l'installation

Le schéma unifilaire de l'installation électrique est présenté par la figure III.1.

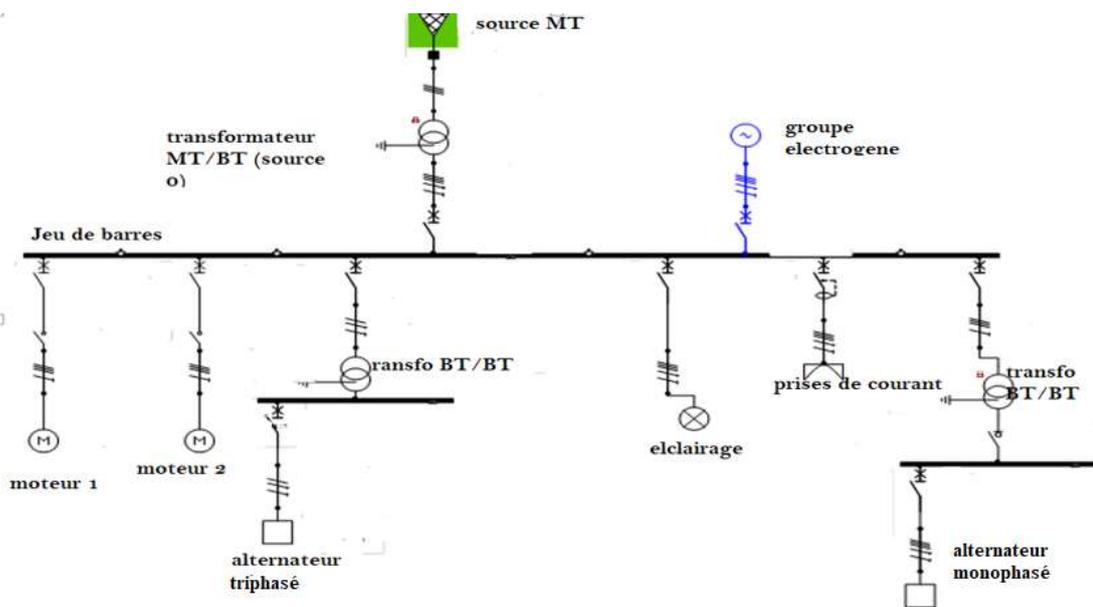


Figure III.1 : Schéma unifilaire de l'installation

Notre installation électrique de l'atelier de TP se compose des équipements suivants :

- **Un transformateur MT/BT** : ce transformateur présente la source d'alimentation dans le cas de mode d'exploitation normale avec une puissance de 400KVA
- **Un groupe électrogène** : ce groupe présent la source d'alimentation dans le cas d'un problème dans le transformateur MT/BT ou une interruption dans la ligne qui alimente le transfo. Ce groupe est fait comme une alimentation secours (mode d'exploitation parallèle) avec une puissance de 350 KVA.
- **Les charges moteurs** : le moteur1 et moteur2 des moteurs asynchrone compatible de puissance de 6.61 KW pour faire des TP.
- **Eclairage** : pour la luminescence de l'atelier et les bureaux on pose 8 luminaire chacune est composée de 4 lampes
- **Les transformateurs BT** :
 - un transformateur BT/BT : 400V/230V avec une puissance de 15KVA, la partie secondaire de ce transformateur est monophasé alimente un alternateur monophasé et il reste un branchement vide dans le cas de faire une expérience avec une autre charge
 - un transformateur BT/BT : 400V/400V avec une puissance de 50KVA, la partie secondaire de ce transformateur est triphasé alimente un alternateur triphasé et il reste un branchement vide dans le cas de faire une expérience avec une autre charge.
- **Des alternateurs** : il y a deux alternateurs chaque un est branché dans l'un des transformateur BT :
 - alternateur triphasé alimenté par le transfo BT triphasé avec une puissance de 20KW.
 - alternateur monophasé alimenté par le transformateur monophasé avec une puissance de 1.5KW.
- **Des prises de courant** : pour l'alimentation de l'atelier et les bureaux (PC, GBF, climatiseurs, chauffages ... etc) il y a 10 prises chaque prises a une puissance de 15KW .

3 Paramètres généraux du projet

Norme d'installation	IEC 60364 : la norme internationale de la Commission électrotechnique sur les installations électriques
Norme de calcul	TR50480 : Norme de calcul conforme au guide Cenelec TR 50480.
Norme Disjoncteur	CEI 60947-2 : Commission Electrotechnique Internationale. Troisième édition. 2003-04
Fréquence du réseau	50 Hz

4 Données de l'installation

Les charges électriques de l'installation sont montrées par les tableaux III.1 et III.2. La puissance totale de l'installation est donnée par le tableau III.3.

Charges	Puissance (KW)	Puissance réactive (KVAR)	Puissance apparente (KVA)	Courant (A)	Tension (V)	Facteur de puissance cos phi	Nature de câble	Longueur du câble
M1	6.61	4.44	7.97	11.5	400	0,83	cuivre	15 m
M2	6.61	4.44	7.97	11.5	400	0.83	Cuivre	20 m
Alternateur triphasé	20	10.79	22.7	59.6	400	0.88	Cuivre	11.5 m
Alternateur monophasé	1.5	1.2	1.92	15.1	220	0.78	Cuivre	9.5 m
Eclairage	0.72	0.345	0.9	1.3	400	0.9	Cuivre	20 m
10 Prises de courant	150	92.2	17.6	25.5	400	0.85	Cuivre	15 m

Tableau II.1 : les données de l'installation

Transformateur	Puissances (KVA)
Transformateur HTA source normale	400
Groupe électrogène source parallèle	350
Transformateur BT triphasé	50
Transformateur BT monophasé	16

Tableau III.2 : Les transformateurs de l'installation

Charge	P	S
TGBT	185.44 KW	291KVA

Tableau III.3 : Puissance totale de l'installation

5 Le calcul par Ecodial

Après simulation, Ecodial donne un rapport détaillé des résultats

5.1 Départ(s) moteur

5.1.1 Circuit Charge moteur 1

Disjoncteur	QA 20
Informations de dimensionnement	Dimensionné par le système
Gamme	Acti9 P25M
Désignation	P25M
Calibre disjoncteur	14 A
Pouvoir de coupure	15 kA

Pôles & pôles protégés	3P3d
Déclencheur	M
Calibre déclencheur	14 A
Réglages long retard	
Ir	12 A
Réglages court retard	
Isd current	170 A
Réglages instantané	
Ii current	OFF

Résultats de sélectivité

Amont	Limite de sélectivité
Mode d'exploitation Normal	
QA 0 NSX630F Micrologic 5.3 E 630 A / 4P4d	Sélectivité totale
Mode d'exploitation parallele	
QA 46 NSX630F Micrologic 5.3 E 630 A / 4P4d	Sélectivité totale
Contacteur	LC1K12
Désignation	LC1K12
Type de coordination	T1

Câble	cable mt 1
Paramètres	
Longueur	15 m
Mode de pose	2 A2 Câbles multiconducteurs dans des conduits encastrés dans une paroi thermiquement isolante
Type de câble	Multiconducteur
Isolant	PR
Température ambiante	30 °C
THDI de rang 3 dans le neutre	5 %
Ib	12 A

Contrainte de dimensionnement	Iz
Information de dimensionnement	Phase dimensionnante Dimensionné avec Ir
Facteurs de correction	
Facteur de température	1
Tableau de référence normatif	B-52-14
Facteur de résistivité thermique du sol	1
Tableau de référence normatif	B-52-16
Facteur de neutre chargé	1
Tableau de référence normatif	E-52-1
Facteur de coefficient fusible	1
Tableau de référence normatif	B-52-17
Facteur de correction	1
Facteur global	1
Phase choisie	
Section	1x1,5 mm ²
Ame	Cuivre
Iz	16,5 A
Iz'	16,5 A
PE choisi	
Section	1x1,5 mm ²
Ame	Cuivre

Courants de court-circuit					
	I_{k3max}	I_{k2max}	I_{k2min}	I_{efmin}	I_{efmax}

Mode d'exploitation Normal					
(kA)	1,29	1,12	0,76	0,45	0,52
Mode d'exploitation parallele					
(kA)	1,20	1,04	0,68	0,45	0,52
Synthèse pour tous les modes d'exploitation					
(kA)	1,29	1,12	0,68	0,45	0,52

Moteur asynchrone BT MA 20	
Type de départ	Direct
U	400 V
Puissance mécanique	5,5 kW
Courant de démarrage Id/Ir	7,2
Courant subtransitoire I''d/Ir	<=19
Ir de dimensionnement	11,5 A
Sr de dimensionnement	7,97 kVA
Pr de dimensionnement	6,61 kW
Cos ϕ	0,83
Polarité	3Ph
Nombre de circuits	1
Ku (mode Normal)	1
Générateur d'harmoniques	Non

Courants d'emploi			
	IL1	IL2	IL3
Mode d'exploitation Normal			
(A)	11,500	11,500	11,500
Mode d'exploitation parallele			
(A)	11,500	11,500	11,500
Synthèse pour tous les modes d'exploitation			
(A)	11,500	11,500	11,500

Chutes de tension		
	Cumulées depuis l'amont	Circuit
Mode d'exploitation Normal		
<u>ΔU_{3L} (%)</u>	<u>2,738</u>	<u>0,983</u>
<u>ΔU_{L1L2} (%)</u>	<u>3,161</u>	<u>1,135</u>
<u>ΔU_{L2L3} (%)</u>	<u>3,161</u>	<u>1,135</u>
<u>ΔU_{L3L1} (%)</u>	<u>3,161</u>	<u>1,135</u>

$\Delta U_{L1N} (\%)$	<u>1,755</u>	<u>0,000</u>
$\Delta U_{L2N} (\%)$	<u>1,755</u>	<u>0,000</u>
$\Delta U_{L3N} (\%)$	<u>1,755</u>	<u>0,000</u>
Mode d'exploitation parallele		
$\Delta U_{3L} (\%)$	<u>2,361</u>	<u>0,983</u>
$\Delta U_{L1L2} (\%)$	<u>2,726</u>	<u>1,135</u>
$\Delta U_{L2L3} (\%)$	<u>2,726</u>	<u>1,135</u>
$\Delta U_{L3L1} (\%)$	<u>2,726</u>	<u>1,135</u>
$\Delta U_{L1N} (\%)$	<u>1,378</u>	<u>0,000</u>
$\Delta U_{L2N} (\%)$	<u>1,378</u>	<u>0,000</u>
$\Delta U_{L3N} (\%)$	<u>1,379</u>	<u>0,000</u>

Chute de tension cumulée au démarrage (*)

$\Delta U_{Dem} (\%)$	<u>3,324</u>
(*) Chaque moteur démarre séparément	

5.1.2 Circuit Charge moteur 2

Disjoncteur	QA 13
Informations de dimensionnement	Dimensionné par le système
Gamme	Acti9 P25M
Désignation	P25M
Calibre disjoncteur	14 A
Pouvoir de coupure	15 kA
Pôles & pôles protégés	3P3d
Déclencheur	M
Calibre déclencheur	14 A
Réglages long retard	
Ir	12 A
Réglages court retard	
Isd current	170 A
Réglages instantané	
Ii current	OFF

Résultats de sélectivité	
Amont	Limite de sélectivité
Mode d'exploitation Normal	
QA 0 NSX630F Micrologic 5.3 E 630 A / 4P4d	Sélectivité totale
Mode d'exploitation parallele	
QA 46 NSX630F Micrologic 5.3 E 630 A / 4P4d	Sélectivité totale
Contacteur LC1K12	
Désignation	LC1K12
Type de coordination	T1
Câble cable mt 2	
Paramètres	
Longueur	20 m
Mode de pose	2 A2 Câbles multiconducteurs dans des conduits encastrés dans une paroi thermiquement isolante
Type de câble	Multiconducteur
Isolant	PR
Température ambiante	30 °C
Ib	12 A
Contrainte de dimensionnement	Iz
Information de dimensionnement	Dimensionné avec Ir
Facteurs de correction	
Facteur de température	1
Tableau de référence normatif	B-52-14
Facteur de résistivité thermique du sol	1
Tableau de référence normatif	B-52-16
Facteur de neutre chargé	1

Tableau de référence normatif E-52-1

Facteur de coefficient fusible 1

Tableau de référence normatif B-52-17

Facteur de correction 1

Facteur global 1

Phase choisie

Section 1x1,5 mm²

Ame Cuivre

Iz 16,5 A

Iz' 16,5 A

PE choisi

Section 1x1,5 mm²

Ame Cuivre

Courants de court-circuit

	Ik3max	Ik2max	Ik2min	Iefmin	Iefmax
Mode d'exploitation Normal					
(kA)	0,99	0,85	0,58	0,34	0,39
Mode d'exploitation parallele					
(kA)	0,95	0,82	0,54	0,34	0,39
Synthèse pour tous les modes d'exploitation					
(kA)	0,99	0,85	0,54	0,34	0,39

Moteur asynchrone BT MA 13

Type de départ Direct

U 400 V

Puissance mécanique 5,5 kW

Courant de démarrage Id/Ir 7,2

Courant subtransitoire I''d/Ir <=19

Ir de dimensionnement 11,5 A

Sr de dimensionnement 7,97 kVA

Pr de dimensionnement	6,61 kW
Cosφ	0,83
Polarité	3Ph
Nombre de circuits	1
Ku (mode Normal)	1
Générateur d'harmoniques	Non

Courants d'emploi			
	IL1	IL2	IL3
Mode d'exploitation Normal			
(A)	11,500	11,500	11,500
Mode d'exploitation parallele			
(A)	11,500	11,500	11,500
Synthèse pour tous les modes d'exploitation			
(A)	11,500	11,500	11,500

Chutes de tension		
	Cumulées depuis l'amont	Circuit
Mode d'exploitation Normal		
<u>$\Delta U_{3L}(\%)$</u>	<u>3,065</u>	<u>1,310</u>
<u>$\Delta U_{L1L2}(\%)$</u>	<u>3,540</u>	<u>1,513</u>
<u>$\Delta U_{L2L3}(\%)$</u>	<u>3,539</u>	<u>1,513</u>
<u>$\Delta U_{L3L1}(\%)$</u>	<u>3,539</u>	<u>1,513</u>
<u>$\Delta U_{LIN}(\%)$</u>	<u>1,755</u>	<u>0,000</u>
<u>$\Delta U_{L2N}(\%)$</u>	<u>1,755</u>	<u>0,000</u>
<u>$\Delta U_{L3N}(\%)$</u>	<u>1,755</u>	<u>0,000</u>
Mode d'exploitation parallele		
<u>$\Delta U_{3L}(\%)$</u>	<u>2,688</u>	<u>1,310</u>
<u>$\Delta U_{L1L2}(\%)$</u>	<u>3,104</u>	<u>1,513</u>
<u>$\Delta U_{L2L3}(\%)$</u>	<u>3,104</u>	<u>1,513</u>
<u>$\Delta U_{L3L1}(\%)$</u>	<u>3,104</u>	<u>1,513</u>
<u>$\Delta U_{LIN}(\%)$</u>	<u>1,378</u>	<u>0,000</u>

$\Delta U_{L2N} (\%)$	<u>1,378</u>	<u>0,000</u>
$\Delta U_{L3N} (\%)$	<u>1,379</u>	<u>0,000</u>

Chute de tension cumulée au démarrage (*)

$\Delta U_{Dem} (\%)$	<u>3,808</u>
(*) Chaque moteur démarre séparément	

5.2 Circuit(s) charge générique

5.2.1 Circuit alternateur triphasé

Disjoncteur	QA 16 (1)
Ib	32,8 A
Informations de dimensionnement	Dimensionné par le système
Gamme	Acti9 iC40
Désignation	iC40
Calibre disjoncteur	40 A
Pouvoir de coupure	6 kA
Pôles & pôles protégés	4P3d
Déclencheur	C
Calibre déclencheur	40 A
Réglages long retard	
Ir	40 A
Réglages court retard	
Isd current	300 A
Réglages instantané	
Ii current	OFF
Câble	cable alt triph
Paramètres	
Longueur	1,5 m
Mode de pose	2 A2 Câbles multiconducteurs dans des conduits encastrés dans une paroi thermiquement isolante
Type de câble	Multiconducteur
Isolant	PR
Température ambiante	30 °C
Ib	33 A

Contrainte de dimensionnement	Iz
Information de dimensionnement	Dimensionné avec Ir
Facteurs de correction	
Facteur de température	1
Tableau de référence normatif	B-52-14
Facteur de résistivité thermique du sol	1
Tableau de référence normatif	B-52-16
Facteur de neutre chargé	1
Tableau de référence normatif	E-52-1
Facteur de coefficient fusible	1
Tableau de référence normatifnn	B-52-17
Facteur de correction	1
Phase choisie	
Section	1x10 mm ²
Ame	Cuivre
Iz	51 A
Iz'	51 A
Neutre choisi	
Section	1x10 mm ²
Ame	Cuivre
Iz	51 A
Iz'	51 A
PE choisi	
Section	1x10 mm ²
Ame	Cuivre

Courants de court-circuit							
	Ik3max	Ik2max	Ik1max	Ik2min	Ik1min	Iefmin	Iefmax
Mode d'exploitation Normal							
(kA)	1,31	1,13	1,29	0,96	1,09	1,09	1,27
Mode d'exploitation parallele							
(kA)	1,01	0,88	0,97	0,64	0,83	0,83	0,96
Synthèse pour tous les modes d'exploitation							
(kA)	1,31	1,13	1,29	0,64	0,83	0,83	1,27
Charge alternateur triph							
U	400 V						
S	22,7 kVA						
P	20 kW						
I	32,8 A						
Cosφ	0,88						
Polarité	3Ph+N						
Nombre de circuits	1						
Ku (mode Normal)	1						
Générateur d'harmoniques	Non						
Courants d'emploi							
	IL1	IL2	IL3				
Mode d'exploitation Normal							
(A)	32,804	32,804	32,804				
Mode d'exploitation parallele							
(A)	32,804	32,804	32,804				
Synthèse pour tous les modes d'exploitation							
Chutes de tension							
	Cumulées depuis l'amont						Circuit
Mode d'exploitation Normal							
ΔU_{3L} (%)	0,045						0,045
ΔU_{L1L2} (%)	0,052						0,052
ΔU_{L2L3} (%)	0,052						0,052



$\Delta U_{L3L1} (\%)$	<u>0,052</u>	<u>0,052</u>	<i>ircui t alter nate ur mon o</i>	5.2.1
$\Delta U_{L1N} (\%)$	<u>0,045</u>	<u>0,045</u>		
$\Delta U_{L2N} (\%)$	<u>0,045</u>	<u>0,045</u>		
$\Delta U_{L3N} (\%)$	<u>0,045</u>	<u>0,045</u>		
Mode d'exploitation parallele				
$\Delta U_{3L} (\%)$	<u>0,045</u>	<u>0,045</u>		
$\Delta U_{L1L2} (\%)$	<u>0,052</u>	<u>0,052</u>		
$\Delta U_{L2L3} (\%)$	<u>0,052</u>	<u>0,052</u>		
$\Delta U_{L3L1} (\%)$	<u>0,052</u>	<u>0,052</u>		
$\Delta U_{L1N} (\%)$	<u>0,045</u>	<u>0,045</u>		
$\Delta U_{L2N} (\%)$	<u>0,045</u>	<u>0,045</u>		
$\Delta U_{L3N} (\%)$	<u>0,045</u>	<u>0,045</u>		
Synthèse pour tous les modes d'exploitation				
$\Delta U_{3L} (\%)$	<u>0,045</u>			
$\Delta U_{L1L2} (\%)$	<u>0,052</u>			
$\Delta U_{L2L3} (\%)$	<u>0,052</u>			
$\Delta U_{L3L1} (\%)$	<u>0,052</u>			
$\Delta U_{L1N} (\%)$	<u>0,045</u>			
$\Delta U_{L2N} (\%)$	<u>0,045</u>			
$\Delta U_{L3N} (\%)$	<u>0,045</u>			

Disjoncteur	QA 21
Ib	15,1 A
Informations de dimensionnement	Dimensionné par le système
Gamme	Acti9 iDPN
Désignation	iDPN
Calibre disjoncteur	16 A
Pouvoir de coupure	6 kA
Pouvoir de coupure unipolaire	6 kA
TNS	
Pôles & pôles protégés	2P1d

Déclencheur	C
Calibre déclencheur	16 A
Réglages long retard	
Ir	16 A
Réglages court retard	
Isd current	136 A
Réglages instantané	
Ii current	OFF
Câble	cable alt mono
Paramètres	
Longueur	1,5 m
Mode de pose	2 A2 Câbles multiconducteurs dans des conduits encastrés dans une paroi thermiquement isolante
Type de câble	Multiconducteur
Isolant	PR
Température ambiante	30 °C
Ib	15 A
Contrainte de dimensionnement	Iz
Information de dimensionnement	Dimensionné avec Ir
Facteurs de correction	
Facteur de température	1
Tableau de référence normatif	B-52-14
Facteur de résistivité thermique du sol	1
Tableau de référence normatif	B-52-16
Facteur de neutre chargé	1
Tableau de référence normatif	E-52-1
Facteur de coefficient fusible	1
Tableau de référence normatif	B-52-17
Facteur de correction	1
Phase choisie	

Section	1x1,5 mm ²
Ame	Cuivre
Iz	18,5 A
Iz'	18,5 A
Neutre choisi	
Section	1x1,5 mm ²
Ame	Cuivre
Iz	18,5 A
Iz'	18,5 A
PE choisi	
Section	1x1,5 mm ²
Ame	Cuivre

Courants de court-circuit				
	Ik1max	Ik1min	Iefmin	Iefmax
Mode d'exploitation Normal				
(kA)	0,64	0,53	0,53	0,61
Mode d'exploitation parallele				
(kA)	0,60	0,50	0,50	0,58
Synthèse pour tous les modes d'exploitation				
(kA)	0,64	0,50	0,50	0,61
Charge AA 21				
U	220 V			
S	1,92 kVA			
P	1,5 kW			
I	15,1 A			
Cosφ	0,78			
Polarité	1Ph+N			
Nombre de circuits	1			
Ku (mode Normal)	1			
Générateur d'harmoniques	Non			
Courants d'emploi				
	IL3		IN	
Mode d'exploitation Normal				
(A)	15,140		15,1	
Mode d'exploitation parallele				
(A)	15,140		15,1	
Synthèse pour tous les modes d'exploitation				
(A)	15,140		15,1	
Chutes de tension				
	Cumulées depuis l'amont			Circuit
Mode d'exploitation Normal				

$\Delta U_{3L} (\%)$	0,221	0,221
$\Delta U_{L1L2} (\%)$	0,000	0,000
$\Delta U_{L2L3} (\%)$	0,000	0,000
$\Delta U_{L3L1} (\%)$	0,000	0,000
$\Delta U_{L1N} (\%)$	0,000	0,000
$\Delta U_{L2N} (\%)$	0,000	0,000
$\Delta U_{L3N} (\%)$	0,442	0,442
Mode d'exploitation parallele		
$\Delta U_{3L} (\%)$	0,221	0,221
$\Delta U_{L1L2} (\%)$	0,000	0,000
$\Delta U_{L2L3} (\%)$	0,000	0,000
$\Delta U_{L3L1} (\%)$	0,000	0,000
$\Delta U_{L1N} (\%)$	0,000	0,000
$\Delta U_{L2N} (\%)$	0,000	0,000
$\Delta U_{L3N} (\%)$	0,442	0,442
Synthèse pour tous les modes d'exploitation		
$\Delta U_{3L} (\%)$	0,221	
$\Delta U_{L1L2} (\%)$	NA	
$\Delta U_{L2L3} (\%)$	NA	
$\Delta U_{L3L1} (\%)$	NA	
$\Delta U_{L1N} (\%)$	NA	
$\Delta U_{L2N} (\%)$	NA	
$\Delta U_{L3N} (\%)$	0,442	

5.3 Circuit(s) charge éclairage

Disjoncteur	QA 14
Ib	1,3 A
Informations de dimensionnement	Dimensionné par le système
Gamme	Acti9 iC60
Désignation	iC60L
Calibre disjoncteur	1,6 A
Pouvoir de coupure	100 kA
Pouvoir de coupure unipolaire	25 kA
TNS	
Pôles & pôles protégés	4P4d
Déclencheur	C
Calibre déclencheur	1,6 A
Réglages long retard	
Ir	1,6 A
Réglages court retard	
Isd current	12,8 A
Réglages instantané	
Ii current	OFF
Résultats de sélectivité	
Amont	Limite de sélectivité
Mode d'exploitation Normal	
QA 0	Sélectivité totale
NSX630F	
Micrologic 5.3 E	
630 A / 4P4d	

Mode d'exploitation parallele

QA 46 Sélectivité totale
 NSX630F
 Micrologic 5.3 E
 630 A / 4P4d

Câble**cable eclairage****Paramètres**

Longueur	20 m
Mode de pose	2 A2 Câbles multiconducteurs dans des conduits encastrés dans une paroi thermiquement isolante
Type de câble	Multiconducteur
Isolant	PR
Température ambiante	30 °C
Ib	1 A
Contrainte de dimensionnement	Iz
Information de dimensionnement	Dimensionné avec Ir

Facteurs de correction

Facteur de température	1
Tableau de référence normatif	B-52-14
Facteur de résistivité thermique du sol	1
Tableau de référence normatif	B-52-16
Facteur de neutre chargé	1
Tableau de référence normatif	E-52-1
Facteur de coefficient fusible	1
Tableau de référence normatif	B-52-17
Facteur de correction	1
Facteur global	1

Phase choisie

Section	1x1,5 mm ²
Ame	Cuivre
Iz	16,5 A
Iz'	16,5 A

Neutre choisi

Section	1x1,5 mm ²
Ame	Cuivre
Iz	16,5 A
Iz'	16,5 A

PE choisi

Section	1x1,5 mm ²
Ame	Cuivre

Courants de court-circuit							
	Ik3max	Ik2max	Ik1max	Ik2min	Ik1min	Iefmin	Iefmax
Mode d'exploitation Normal							
(kA)	0,99	0,85	0,50	0,58	0,34	0,34	0,39
Mode d'exploitation parallele							
(kA)	0,95	0,82	0,49	0,54	0,34	0,34	0,39
Synthèse pour tous les modes d'exploitation							
(kA)	0,99	0,85	0,50	0,54	0,34	0,34	0,39

Charge	EA 14
U	400 V
S	0,9 kVA
P	0,72 kW
I	1,3 A
cosφ	0,9
Ku (mode Normal)	1
Nombre de circuits	1
Polarité	3Ph+N
Phase(s) d'alimentation	
Type de luminaires	Fluorescente avec ballast ferromagnétique
Nombre de luminaires	8
Nombre de lampes/luminaires	4
Puissance lampe	18 W
Puissance du ballast	4,5 W
Ia (courant d'allumage)	1,3 A
Générateur d'harmonique	Non

Courants d'emploi				
	IL1	IL2	IL3	IN
Mode d'exploitation Normal				
(A)	1,299	1,299	0,866	0,433
Mode d'exploitation parallele				
(A)	1,299	1,299	0,866	0,433
Synthèse pour tous les modes d'exploitation				
(A)	1,299	1,299	0,866	0,433

Chutes de tension		
	Cumulées depuis l'amont	Circuit
Mode d'exploitation Normal		
ΔU_{3L} (%)	1,916	0,160
ΔU_{L1L2} (%)	2,212	0,185
ΔU_{L2L3} (%)	2,181	0,154
ΔU_{L3L1} (%)	2,181	0,154
ΔU_{L1N} (%)	1,969	0,214
ΔU_{L2N} (%)	1,969	0,214
ΔU_{L3N} (%)	1,915	0,160
Mode d'exploitation parallele		
ΔU_{3L} (%)	1,538	0,160
ΔU_{L1L2} (%)	1,776	0,185
ΔU_{L2L3} (%)	1,746	0,154
ΔU_{L3L1} (%)	1,746	0,154

$\Delta U_{L1N} (\%)$	<u>1,592</u>	<u>0,214</u>
$\Delta U_{L2N} (\%)$	<u>1,592</u>	<u>0,214</u>
$\Delta U_{L3N} (\%)$	<u>1,539</u>	<u>0,160</u>

Synthèse pour tous les modes d'exploitation

$\Delta U_{3L} (\%)$	<u>1,916</u>
$\Delta U_{L1L2} (\%)$	<u>2,212</u>
$\Delta U_{L2L3} (\%)$	<u>2,181</u>
$\Delta U_{L3L1} (\%)$	<u>2,181</u>
$\Delta U_{L1N} (\%)$	<u>1,969</u>
$\Delta U_{L2N} (\%)$	<u>1,969</u>
$\Delta U_{L3N} (\%)$	<u>1,915</u>

5.4 C
circuit
(s)
prise
de

courant

Disjoncteur QA 41

Ib	25,5 A
Informations de dimensionnement	Dimensionné par le système
Gamme	Acti9 iC60
Désignation	iC60H
Calibre disjoncteur	32 A
Pouvoir de coupure	15 kA
Pouvoir de coupure unipolaire	15 kA
TNS	
Pôles & pôles protégés	4P4d
Déclencheur	C
Calibre déclencheur	32 A

Réglages long retard

Ir	32 A
----	------

Réglages court retard

Isd current	256 A
-------------	-------

Réglages instantané

Ii current	OFF
------------	-----

Résultats de sélectivité

Amont	Limite de sélectivité
--------------	------------------------------

Mode d'exploitation Normal

QA 0	Sélectivité totale
NSX630F	
Micrologic 5.3 E	
630 A / 4P4d	

Mode d'exploitation parallele

QA 46	Sélectivité totale
NSX630F	
Micrologic 5.3 E	
630 A / 4P4d	

Protection différentielle Vigi iC60

Classe	A
I _n	30 mA
Temps de coupure	0,03 s

Câble Prises

Paramètres

Longueur	15 m
----------	------

Mode de pose	2 A2 Câbles multiconducteurs dans des conduits encastrés dans une paroi thermiquement isolante
Type de câble	Multiconducteur
Isolant	PR
Température ambiante	30 °C
I _b	25 A
Contrainte de dimensionnement	I _z
Information de dimensionnement	Dimensionné avec I _r
Facteurs de correction	
Facteur de température	1
Tableau de référence normatif	B-52-14
Facteur de résistivité thermique du sol	1
Tableau de référence normatif	B-52-16
Facteur de neutre chargé	1
Tableau de référence normatif	E-52-1
Facteur de coefficient fusible	1
Tableau de référence normatif	B-52-17
Facteur de correction	1
Facteur global	1

Phase choisie	
Section	1x6 mm ²
Ame	Cuivre
I _z	38 A
I _z '	38 A
Neutre choisi	
Section	1x6 mm ²
Ame	Cuivre
I _z	38 A
I _z '	38 A
PE choisi	
Section	1x6 mm ²
Ame	Cuivre

Courants de court-circuit							
	I _{k3max}	I _{k2max}	I _{k1max}	I _{k2min}	I _{k1min}	I _{efmin}	I _{efmax}
Mode d'exploitation Normal							
(kA)	4,22	3,65	2,30	2,57	1,58	1,66	1,93
Mode d'exploitation parallele							
(kA)	2,33	2,02	1,70	1,22	1,29	1,34	1,56
Synthèse pour tous les modes d'exploitation							
(kA)	4,22	3,65	2,30	1,22	1,29	1,34	1,93

Charge	AA 41
U	400 V
S	17,6 kVA

P	15 kW
I	25,5 A
Cosφ	0,85
Polarité	3Ph+N
Phase(s) d'alimentation	
Nombre de circuits	10
Ku (mode Normal)	1
Générateur d'harmoniques	Non

Courants d'emploi

	IL1	IL2	IL3
--	-----	-----	-----

Mode d'exploitation Normal

(A)	25,471	25,471	25,471
-----	--------	--------	--------

Mode d'exploitation parallele

(A)	25,471	25,471	25,471
-----	--------	--------	--------

Synthèse pour tous les modes d'exploitation

(A)	25,471	25,471	25,471
-----	--------	--------	--------

Chutes de tension

	Cumulées depuis l'amont	Circuit
--	-------------------------	---------

Mode d'exploitation Normal

$\Delta U_{3L} (\%)$	<u>2,318</u>	<u>0,562</u>
$\Delta U_{L1L2} (\%)$	<u>2,676</u>	<u>0,649</u>
$\Delta U_{L2L3} (\%)$	<u>2,676</u>	<u>0,649</u>
$\Delta U_{L3L1} (\%)$	<u>2,676</u>	<u>0,649</u>
$\Delta U_{LIN} (\%)$	<u>2,318</u>	<u>0,562</u>
$\Delta U_{L2N} (\%)$	<u>2,318</u>	<u>0,562</u>
$\Delta U_{L3N} (\%)$	<u>2,317</u>	<u>0,562</u>

Mode d'exploitation parallele

$\Delta U_{3L} (\%)$	<u>1,940</u>	<u>0,562</u>
$\Delta U_{L1L2} (\%)$	<u>2,240</u>	<u>0,649</u>
$\Delta U_{L2L3} (\%)$	<u>2,241</u>	<u>0,649</u>
$\Delta U_{L3L1} (\%)$	<u>2,241</u>	<u>0,649</u>
$\Delta U_{LIN} (\%)$	<u>1,940</u>	<u>0,562</u>
$\Delta U_{L2N} (\%)$	<u>1,940</u>	<u>0,562</u>
$\Delta U_{L3N} (\%)$	<u>1,941</u>	<u>0,562</u>

Synthèse pour tous les modes d'exploitation

$\Delta U_{3L} (\%)$	<u>2,318</u>
$\Delta U_{L1L2} (\%)$	<u>2,676</u>
$\Delta U_{L2L3} (\%)$	<u>2,676</u>
$\Delta U_{L3L1} (\%)$	<u>2,676</u>
$\Delta U_{LIN} (\%)$	<u>2,318</u>
$\Delta U_{L2N} (\%)$	<u>2,318</u>
$\Delta U_{L3N} (\%)$	<u>2,317</u>

5.5 C
ircuit
(s)
sourc
e
d'ali

mentation MT
5.5.1 Circuit Source 0

Arrivée MT W 0

Puissance de court-circuit Max.	500 MVA
Puissance de court-circuit Min.	250 MVA

Câble MT cable transfo

Paramètres	
Longueur	10 m
Type de câble	Mono-conducteur
I _b	12 A
Nb. de conducteurs par phase	1
Section	1 x 185 Al mm ²
Âme	Aluminium
Tenue au court-circuit	16,4 kA
Tension de service	20 kV
Tension d'isolement	24 kV

Transformateur MT/BT	transfo hta
Gamme	Trihal
Technologie	Sec
SrT	400 kVA
ukrT	4 %
Type de pertes	AoAk
PkrT	4500 W
Schéma de liaisons à la terre (BT)	TN-S
Couplage MT	D
Couplage BT	Yn
UrT0 BT	420V
Ur BT	400V
Informations de dimensionnement	UkrT et PkrT calculés automatiquement

Câble	cable source
--------------	---------------------

Paramètres	
Longueur	200 m
Mode de pose	35 E Câbles multiconducteurs suspendus à un câble porteur ou autoporteurs
Type de câble	Multiconducteur
Nb de circuits jointifs supplémentaires	1
Isolant	PR
Température ambiante	30 °C
THDI de rang 3 dans le neutre	5 %
I _b	577 A
Contrainte de dimensionnement	Chute de tension
Information de dimensionnement	La section du câble [cable source] a été augmentée de 95 à 5*240 afin de respecter la chute de tension du circuit. Phase dimensionnante Dimensionné avec I _r

Facteurs de correction	
Facteur de température	1
Tableau de référence normatif	B-52-14
Facteur de résistivité thermique du sol	1
Tableau de référence normatif	B-52-16
Facteur de neutre chargé	1

Tableau de référence normatif	E-52-1
Facteur de coefficient fusible	0,57
Tableau de référence normatifnn	B-52-17
Facteur de correction	1
Facteur global	0,57

Phase choisie

Section	5x240 mm ²
Ame	Aluminium
Iz	1166 A
Iz'	2045 A

Neutre choisi

Section	5x240 mm ²
Ame	Aluminium
Iz	1166 A
Iz'	2045 A

PE choisi

Section	5x146 mm ²
Ame	Cuivre

Courants de court-circuit

	Ik3max	Ik2max	Ik1max	Ik2min	Ik1min	Iefmin	Ief2min	Iefmax
--	--------	--------	--------	--------	--------	--------	---------	--------

Mode d'exploitation Normal

(kA)	11,17	9,67	9,10	7,76	6,91	8,96	NA	10,37
------	-------	------	------	------	------	------	----	-------

Mode d'exploitation parallele

(kA)	14,12	12,23	14,12	10,36	11,97	11,97	0,00	13,86
------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	------	-------

Synthèse pour tous les modes d'exploitation

(kA)	11,17	9,67	9,10	7,76	6,91	8,96	NA	10,37
------	-------	------	------	------	------	------	----	-------

Disjoncteur QA 0

Ib	577 A
Informations de dimensionnement	Dimensionné par le système
Gamme	Compact NSX
Désignation	NSX630F
Calibre disjoncteur	630 A
Pouvoir de coupure	36 kA
Pouvoir de coupure unipolaire	36 kA
TNS	
Pôles & pôles protégés	4P4d
Déclencheur	Micrologic 5.3 E
Calibre déclencheur	630 A

Réglages long retard

Ir	578 A
Tr	16 s

Réglages court retard

Isd current	5780 A
Tsd	0,4 s

Réglages instantané

Ii current	6930 A
Ti current	50 A

5.5.2 Circuit source parallèle

Générateur BT		groupe electrogene	
SrG		350 kVA	
Réactance subtransitoire x''d		20 %	
Réactance transitoire x'd		30 %	
Réactance homopolaire x0		6 %	
Schéma de liaison à la terre		TN-S	
Ur		400 V	
Câble		cable source parallele	
Paramètres			
Longueur		50 m	
Mode de pose		31	
		E	
		Câbles multiconducteurs sur des chemins de câbles ou tablettes perforés, en parcours horizontal	
Type de câble		Multiconducteur	
Isolant		PR	
Température ambiante		30 °C	
Ib		505 A	
Contrainte de dimensionnement		Iz	
Information de dimensionnement		Dimensionné avec Ir	
Facteurs de correction			
Facteur de température		1	
Tableau de référence normatif		B-52-14	
Facteur de résistivité thermique du sol		1	
Tableau de référence normatif		B-52-16	
Facteur de neutre chargé		1	
Tableau de référence normatif		E-52-1	
Facteur de coefficient fusible		1	
Tableau de référence normatif		B-52-20	
Facteur de correction		1	
Facteur global		1	
Phase choisie			
Section		1x240 mm ²	
Ame		Cuivre	
Iz		538 A	
Iz'		538 A	
Neutre choisi			
Section		1x240 mm ²	
Ame		Cuivre	
Iz		538 A	
Iz'		538 A	
PE choisi			
Section		1x120 mm ²	
Ame		Cuivre	

Courants de court-circuit							
	I_{k3max}	I_{k2max}	I_{k1max}	I_{k2min}	I_{k1min}	I_{efmin}	I_{efmax}

Mode d'exploitation Normal							
(kA)	2,78	2,41	2,53	1,39	2,18	2,18	2,53

Mode d'exploitation parallele							
(kA)	2,66	2,30	2,33	1,34	2,01	2,09	2,43

Synthèse pour tous les modes d'exploitation							
(kA)	2,66	2,30	2,33	1,34	2,01	2,09	2,43

Disjoncteur		QA 46
Ib		505 A
Informations de dimensionnement		Dimensionné par le système
Gamme		Compact NSX
Désignation		NSX630F
Calibre disjoncteur		630 A
Pouvoir de coupure		36 kA
Pouvoir de coupure unipolaire		36 kA
TNS		
Pôles & pôles protégés		4P4d
Déclencheur		Micrologic 5.3 E
Calibre déclencheur		630 A
Réglages long retard		
Ir		506 A
Tr		16 s
Réglages court retard		
Isd current		1265 A
Tsd		0,4 s
Réglages instantané		
Ii current		2520 A
Ti current		50 A

Courants d'emploi				
	IL1	IL2	IL3	IN
Mode d'exploitation Normal				
(A)	0,000	0,000	0,000	0
Mode d'exploitation parallele				
(A)	351,181	351,181	420,030	68,8
Synthèse pour tous les modes d'exploitation				
(A)	351,181	351,181	420,030	68,8

Chutes de tension
Cumulées depuis l'amont

Mode d'exploitation Normal		
$\Delta U_{3L} (\%)$	<u>0,000</u>	<u>0,000</u>
$\Delta U_{L1L2} (\%)$	<u>0,000</u>	<u>0,000</u>
$\Delta U_{L2L3} (\%)$	<u>0,000</u>	<u>0,000</u>
$\Delta U_{L3L1} (\%)$	<u>0,000</u>	<u>0,000</u>
$\Delta U_{LIN} (\%)$	<u>0,000</u>	<u>0,000</u>
$\Delta U_{L2N} (\%)$	<u>0,000</u>	<u>0,000</u>
$\Delta U_{L3N} (\%)$	<u>0,000</u>	<u>0,000</u>

Mode d'exploitation parallele		
$\Delta U_{3L} (\%)$	<u>1,378</u>	<u>1,378</u>

$\Delta U_{L1L2} (\%)$	<u>1,591</u>	<u>1,591</u>
$\Delta U_{L2L3} (\%)$	<u>1,592</u>	<u>1,592</u>
$\Delta U_{L3L1} (\%)$	<u>1,592</u>	<u>1,592</u>
$\Delta U_{L1N} (\%)$	<u>1,378</u>	<u>1,378</u>
$\Delta U_{L2N} (\%)$	<u>1,378</u>	<u>1,378</u>
$\Delta U_{L3N} (\%)$	<u>1,379</u>	<u>1,379</u>

5.6 Circuit(s) transformateur BT/BT

5.6.1 Circuit Transfo triphasé BT 2

Disjoncteur QA 22

Informations de dimensionnement	Dimensionné par le système
Gamme	Compact NSX
Désignation	NSX100B
Calibre disjoncteur	100 A
Pouvoir de coupure	25 kA
Pouvoir de coupure unipolaire	25 kA
TNS	
Pôles & pôles protégés	3P3d
Déclencheur	Micrologic 6.2 E
Calibre déclencheur	100 A
Réglages long retard	
Ir	73 A
Tr	4 s
Réglages court retard	
Isd current	730 A
Tsd	0,4 s
Réglages instantané	
Ii current	1500 A
Ti current	50 A

Résultats de sélectivité**Amont Limite de sélectivité****Mode d'exploitation Normal**

QA 0	Sélectivité totale
NSX630F	
Micrologic 5.3 E	
630 A / 4P4d	

Mode d'exploitation parallele

QA 46	1166 A
NSX630F	
Micrologic 5.3 E	
630 A / 4P4d	

Câble cable transfo triphase**Paramètres**

Longueur	10 m
Mode de pose	2 A2 Câbles multiconducteurs dans des conduits encastrés dans une paroi thermiquement isolante
Type de câble	Multiconducteur

Isolant	PR
Température ambiante	30 °C
Ib	72 A
Contrainte de dimensionnement	Iz
Information de dimensionnement	Dimensionné avec Ir
Facteurs de correction	
Facteur de température	1
Tableau de référence normatif	B-52-14
Facteur de résistivité thermique du sol	1
Tableau de référence normatif	B-52-16
Facteur de neutre chargé	1
Tableau de référence normatif	E-52-1
Facteur de coefficient fusible	1
Tableau de référence normatifnn	B-52-17
Facteur de correction	1
Facteur global	1

Phase choisie	
Section	1x25 mm ²
Ame	Cuivre
Iz	89 A
Iz'	89 A
PE choisi	
Section	1x16 mm ²
Ame	Cuivre

	I _{k3max}	I _{k2max}	I _{k2min}	I _{efmin}	I _{efmax}
(kA)	9,26	8,02	6,33	5,22	6,04
(kA)	2,62	2,27	1,33	1,99	2,31
(kA)	9,26	8,02	1,33	1,99	6,04

Transformateur BT/BT		TA 22
Type	Transformateur	
Polarité	3Ph	
Technologie	Sec	
SrT	50 kVA	
ukrT	4,6 %	
Type de pertes	Normal	
PkrT	1,8W	
Schéma de liaison à la terre du secondaire	TN-S	
Couplage primaire	D	
Couplage secondaire	Yn	
UrT0 secondaire	420V	
Ur secondaire	400V	
Informations de dimensionnement	UkrT et PkrT calculés automatiquement	
Courant assignée primaire	72,2A	
Courant assignée secondaire	72,2A	
Interrupteur		QB 22

Gamme	Acti 9 iSW
Désignation	iSW-NA
Calibre	80 A
Icm (pouvoir de fermeture)	5 kA
Icw	1,6 kA - 1 s.
Coordination avec le disjoncteur amont	Non
Nombre de pôles	4

Courants d'emploi

	IL1	IL2	IL3
--	-----	-----	-----

Mode d'exploitation Normal

(A)	72,169	72,169	72,169
-----	--------	--------	--------

Mode d'exploitation parallele

(A)	72,169	72,169	72,169
-----	--------	--------	--------

Synthèse pour tous les modes d'exploitation

(A)	72,169	72,169	72,169
-----	--------	--------	--------

Chutes de tension

	Cumulées depuis l'amont	Circuit
--	-------------------------	---------

Mode d'exploitation Normal

$\Delta U_{3L} (\%)$	<u>2,028</u>	<u>0,272</u>
$\Delta U_{L1L2} (\%)$	<u>2,341</u>	<u>0,315</u>
$\Delta U_{L2L3} (\%)$	<u>2,341</u>	<u>0,315</u>
$\Delta U_{L3L1} (\%)$	<u>2,341</u>	<u>0,315</u>
$\Delta U_{L1N} (\%)$	<u>1,755</u>	<u>0,000</u>
$\Delta U_{L2N} (\%)$	<u>1,755</u>	<u>0,000</u>
$\Delta U_{L3N} (\%)$	<u>1,755</u>	<u>0,000</u>

Mode d'exploitation parallele

$\Delta U_{3L} (\%)$	<u>1,651</u>	<u>0,272</u>
$\Delta U_{L1L2} (\%)$	<u>1,906</u>	<u>0,315</u>
$\Delta U_{L2L3} (\%)$	<u>1,906</u>	<u>0,315</u>
$\Delta U_{L3L1} (\%)$	<u>1,906</u>	<u>0,315</u>
$\Delta U_{L1N} (\%)$	<u>1,378</u>	<u>0,000</u>
$\Delta U_{L2N} (\%)$	<u>1,378</u>	<u>0,000</u>
$\Delta U_{L3N} (\%)$	<u>1,379</u>	<u>0,000</u>

5.6.2 Circuit Transfo monophasé BT 1

Disjoncteur QA 42

Informations de dimensionnement	Dimensionné par le système
Gamme	Compact NSX
Désignation	NSX100B
Calibre disjoncteur	100 A
Pouvoir de coupure	40 kA
Pouvoir de coupure unipolaire	40 kA
TNS	
Pôles & pôles protégés	2P2d
Déclencheur	TM-D
Calibre déclencheur	80 A
Réglages long retard	
Ir	72 A

Réglages court retard	
Isd current	640 A
Réglages instantané	
Ii current	OFF
Résultats de sélectivité	
Amont	Limite de sélectivité
Mode d'exploitation Normal	
QA 0	Sélectivité totale
NSX630F Micrologic 5.3 E 630 A / 4P4d	
Mode d'exploitation parallele	
QA 46	Sélectivité totale
NSX630F Micrologic 5.3 E 630 A / 4P4d	
Câble	WD 42
Paramètres	
Longueur	8 m
Mode de pose	2 A2 Câbles multiconducteurs dans des conduits encastrés dans une paroi thermiquement isolante
Type de câble	Multiconducteur
Isolant	PR
Température ambiante	30 °C
Ib	69 A
Contrainte de dimensionnement	Iz
Information de dimensionnement	Dimensionné avec Ir
Facteurs de correction	
Facteur de température	1
Tableau de référence normatif	B-52-14
Facteur de résistivité thermique du sol	1
Tableau de référence normatif	B-52-16
Facteur de neutre chargé	1
Tableau de référence normatif	E-52-1
Facteur de coefficient fusible	1
Tableau de référence normatif	B-52-17
Facteur de correction	1
Facteur global	1
Phase choisie	
Section	1x16 mm ²
Ame	Cuivre
Iz	76 A
Iz'	76 A
Neutre choisi	
Section	1x16 mm ²
Ame	Cuivre

Iz	76 A
Iz'	76 A
PE choisi	
Section	1x16 mm ²
Ame	Cuivre

Courants de court-circuit				
	Ik1max	Ik1min	Iefmin	Iefmax
Mode d'exploitation Normal				
(kA)	6,10	4,53	5,30	6,14
Mode d'exploitation parallele				
(kA)	2,25	1,91	2,00	2,32
Synthèse pour tous les modes d'exploitation				
(kA)	6,10	1,91	2,00	6,14

Transformateur BT/BT TA 42	
Type	Transformateur
Polarité	1Ph+N
Technologie	Sec
SrT	16 kVA
ukrT	5,4 %
Type de pertes	Normal
PkrT	0,7W
Schéma de liaison à la terre du TN-S secondaire	
Couplage primaire	
Couplage secondaire	
UrT0 secondaire	230V
Ur secondaire	220V
Informations de dimensionnement UkrT et PkrT calculés automatiquement	
Courant assignée primaire	69,3A
Courant assignée secondaire	126A

Courants d'emploi				
	IL1	IL2	IL3	IN
Mode d'exploitation Normal				
(A)	0,000	0,000	69,282	69,3
Mode d'exploitation parallele				
(A)	0,000	0,000	69,282	69,3
Synthèse pour tous les modes d'exploitation				
(A)	NA	NA	69,282	69,3

Chutes de tension		
	Cumulées depuis l'amont	Circuit
Mode d'exploitation Normal		
<u>ΔU_{3L} (%)</u>	<u>2,044</u>	<u>0,289</u>
<u>ΔU_{L1L2} (%)</u>	<u>2,027</u>	<u>0,000</u>
<u>ΔU_{L2L3} (%)</u>	<u>2,027</u>	<u>0,000</u>
<u>ΔU_{L3L1} (%)</u>	<u>2,027</u>	<u>0,000</u>
<u>ΔU_{L1N} (%)</u>	<u>1,755</u>	<u>0,000</u>
<u>ΔU_{L2N} (%)</u>	<u>1,755</u>	<u>0,000</u>
<u>ΔU_{L3N} (%)</u>	<u>2,333</u>	<u>0,578</u>

Mode d'exploitation parallele		
$\Delta U_{3L} (\%)$	1,667	0,289
$\Delta U_{L1L2} (\%)$	1,591	0,000
$\Delta U_{L2L3} (\%)$	1,592	0,000
$\Delta U_{L3L1} (\%)$	1,592	0,000
$\Delta U_{L1N} (\%)$	1,378	0,000
$\Delta U_{L2N} (\%)$	1,378	0,000
$\Delta U_{L3N} (\%)$	1,957	0,578

6 Résultats de simulation

6.2 Charge moteur

Nom	Sr (kVA)	Pr (kW)	Ir (A)	Cosj	Nbr	Polarité	Charge non linéaire	THDi 3 (%)
MA 20	7,97	6,61	11,5	0,83	1	3Ph	Non	0
MA 13	7,97	6,61	11,5	0,83	1	3Ph	Non	0

6.3 Charges génériques

Nom	Sr (kVA)	Pr (kW)	Ir (A)	Cosj	Nbre	Polarité	Générateur d'harmonique	THDi 3 (%)
Alternateur mono 21	1,92	1,5	15,1	0,78	1	1Ph+N	Non	0
alternateur triph	22,7	20	32,8	0,88	1	3Ph+N	Non	0

6.4 Eclairage

Nom	Type de lampe	P Lampe (W)	P ballast (W)	Nb de lampes/luminaire	Nb de luminaires
EA 14	Fluorescente avec ballast ferromagnétique	18	4,5	4	8

6.5 Prises de courant

Nom	Sr (kVA)	Pr (kW)	Ir (A)	Cosj	Nbre	Polarité	Générateur d'harmonique	THDi 3 (%)
AA 41	17,6	15	25,5	0,85	10	3Ph+N	Non	0

6.6 Transformateurs MT/BT

Nom	Nbr	Gamme	Isolant	Sr (kVA)	ukrT (%)	Couplage	Ur (V)	SLT	Rb (mW)
transfo hta	1	Trihal	Sec	400	4	D/yn	420	TN-S	10000

Générateurs de secours BT

Nom	Nbr	Sr (kVA)	x''d (%)	x'd (%)	x0 (%)	U (V)	SLT	Rb (mW)
groupe electogene	1	350	20	30	6	400	TN-S	10000

6.7 Carnet de câbles

Nom	Tenant	Aboutissant	Type	Isolant	L (m)	L1/L2/L3	N	PE/PEN
cable source normale	transfo hta	QA 0	Multiconducteur	PR	200	5x240 Aluminium	5x240 Aluminium	5x78,8811 Cuivre
cable source parallele	groupe electogene	QA 0	Multiconducteur	PR	50	1x240 Cuivre	1x240 Cuivre	1x120 Cuivre
cable eclaireage	QA 14	QA 0	Multiconducteur	PR	20	1x1,5 Cuivre	1x1,5 Cuivre	1x1,5 Cuivre
cable mt 2	QA 13	QA 0	Multiconducteur	PR	20	1x1,5 Cuivre		1x1,5 Cuivre

			teur				
Prises	QA 41	QA 0	Multiconduc	15	1x6 Cuivre	1x6 Cuivre	1x6 Cuivre
			teur				
cable mt 1	QA 20	QA 0	Multiconduc	15	1x1,5 Cuivre		1x1,5 Cuivre
			teur				
cable transfo triphase	QA 22	QA 0	Multiconduc	10	1x25 Cuivre		1x16 Cuivre
			teur				
WD 42	QA 42	QA 0	Multiconduc	8	1x16 Cuivre	1x16 Cuivre	1x16 Cuivre
			teur				
cable alt triph	QA 16 (1)	QA 0	Multiconduc	1,5	1x10 Cuivre	1x10 Cuivre	1x10 Cuivre
			teur				
cable alt mono	QA 21	QA 0	Multiconduc	1,5	1x1,5 Cuivre	1x1,5 Cuivre	1x1,5 Cuivre
			teur				

Tableau III.4 : Notes de calculs et résultats de simulation extraits du rapport donné par le logiciel Ecodial

7. Calcul de l'installation en utilisant la méthode simplifiée

7.1. Section du conducteur en fonction des différents facteurs

Pour choisir la section des conducteurs il faut, tout d'abord, déterminer la lettre de sélection qui est liée à la nature du câble et au mode de pose :

- 1) On prend le câble de charge moteur 1 comme un exemple de calcul, pour ce câble (Câbles multiconducteurs dans des conduits encastrés dans une paroi thermiquement isolante), la lettre de sélection B
- 2) On détermine le facteur de correction K1 qui prend en compte le mode de pose dans ce cas **K1=1**
- 3) On détermine, le facteur de correction K2 qui prend en compte l'influence mutuelle d'autres circuits, dans ce cas **K2= 1**
- 4) On détermine, le facteur de correction K3 qui prend en compte la température ambiante et la nature d'isolant, dans ce cas **K3= 1** (température ambiante de 30°C et isolant en PR)
- 5) On effectue le produit k :

K= K1 *K2 *K3, dans ce cas **K = 1*1*1 = 1**, on calcule l'intensité fictif I'z :

I'z=Iz/K ou :

- Iz correspond au courant admissible dans la canalisation (calibre du disjoncteur de protection).
 - I'z correspond au courant fictif traversant cette canalisation (tenant compte des différents paramètres). dans ce cas : **I'z= 16.5/1=16.5 A**
- 6) On choisit à l'aide du **tableau 3.3** la section de conducteur de moteur 1

On fait la même méthode de calcul pour les autres charges. Tous les résultats sont dans le tableau suivant :

Câbles	K1	K2	K3	K	Iz en (A)	I'z=Iz/K En (A)	Section cuivre en mm ²
Moteur 1	1	1	1	1	16.5	16.5	1.5
Moteur 2	1	1	1	1	16.5	16.5	1.5
Alternateur triphasé	1	1	1	1	51	51	10
Alternateur monophasé	1	1	1	1	18.5	18.5	1.5
Prises de courant	1	1	1	1	38	38	6
Eclairage	1	1	1	1	16.5	16.5	1.5

Tableau III.5 : Les sections des câbles de l'installation

7.2.Section de conducteur de protection

La méthode est basée sur une section du conducteur PE rapportée à celles des conducteurs de phase du circuit correspondant, en faisant l'hypothèse que les conducteurs utilisés sont de même nature. La section du conducteur PE en fonction de la section des conducteurs de phase S_{PH} est donnée comme suit :

$$S_{PE} = S_{PH} \text{ si } S_{PH} < 16 \text{ mm}^2$$

$$S_{PE} = 16 \text{ mm}^2 \text{ si } 16 < S_{PH} < 35 \text{ mm}^2$$

$$S_{PE} = S_{PH}/2 \text{ si } S_{PH} > 35 \text{ mm}^2$$

- Pour le câble de moteur M1 les conducteurs de phase ont une section $S_{PH} = 1.5 \text{ mm}^2$, don la section de minimale pour le conducteur de protection PE sera de $S_{PE} = S_{PH} = 1.5 \text{ mm}^2$.
- Pour le câble de secondaire de transfo de source parallèle (source 2) les conducteurs de phase ont une section de $S_{PH} = 240 \text{ mm}^2$, donc la section minimale pour le conducteur de protection sera $S_{PH}/2$. D'où :

$$S_{PE} = S_{PH}/2$$

$$S_{PE} = 240 / 2 = 120 \text{ mm}^2$$

➤ On utilise la même méthode pour les autres conducteurs de protection (tabIII.6)

Câbles	Section de conducteur de protection (mm ²)
Moteur 1	1.5
Moteur 2	1.5
Alternateur triphasé	10
Alternateur monophasé	1.5
Eclairage	1.5
Prises de courant	6
Source 0 (mode normale)	146
Source 1 (mode parallèle)	120

Tableau III.6 : Les sections de conducteurs de protection

7.3. Détermination de la chute de tension

L'impédance d'une canalisation est faible mais non nulle, lorsqu'elle est traversée par le courant d'emploi, il y a chute de tension entre son origine et son extrémité. Le bon fonctionnement d'un récepteur (moteur, éclairage) est conditionné par la valeur de la tension à ses bornes, Il est donc nécessaire de limiter les chutes de tension en ligne par un dimensionnement correct des canalisations d'alimentation.

Les chutes de tension sont calculées à l'aide de la formule :

$$u = \sqrt{3} \cdot I \cdot B \cdot L (R \cos\varphi + X \cdot \sin\varphi) \quad (\text{III.1})$$

u : La chute de tension en volts.

R : 22.5/ section de câble

L : La longueur simple de la canalisation en km

$\cos\varphi$: Le facteur de puissance (en l'absence d'indications précise, $\cos\varphi = 0,8$).

X : La réactance linéique des conducteurs ($0,08 \times 10^{-3}$ pour les câbles en trèfle, $0,09 \times 10^{-3}$ pour les câbles monoconducteurs jointifs en nappe, $0,13 \times 10^{-3}$ pour les câbles espacés).

I : Le courant d'emploi en ampères

$$\Delta u = 100 \cdot u / U_0 \quad (\text{III.2})$$

Δu : La chute de tension en %

U_0 : La tension entre phase et phase à vide

$$\text{Câble en cuivre : } R = \frac{22.5 \text{ mm}^2 / \text{km}}{S (\text{section en mm}^2)}$$

➤ **Câble de moteur 1 :**

$$u = \sqrt{3} \cdot I \cdot B \cdot L (R \cos\varphi + X \cdot \sin\varphi)$$

$$u = \sqrt{3} \cdot 11,5 \cdot 15 \cdot 10^{-3} \left(\frac{22,5}{1,5} \cdot 0,83 + 0,8 \cdot 10^{-3} \cdot 0,557 \right) = 3,716 \text{ V}$$

$$\Delta u = 0,929\%$$

Chute de tension calculée par ECODIAL $\Delta u = 0,983\%$

➤ **Câble moteur 2 :**

$$u = \sqrt{3} \cdot I \cdot B \cdot L (R \cos\varphi + X \cdot \sin\varphi)$$

$$u = \sqrt{3} \cdot 11,5 \cdot 20 \cdot 10^{-3} \left(\frac{22,5}{1,5} \cdot 0,83 + 0,8 \cdot 10^{-3} \cdot 0,557 \right) = 4,92 \text{ V}$$

$$\Delta u = 1,23\%$$

Chute de tension calculée par ECODIAL $\Delta u = 1,31\%$

➤ **L'éclairage :**

$$u = \sqrt{3} \cdot I \cdot B \cdot L (R \cos\varphi + X \cdot \sin\varphi)$$

$$u = \sqrt{3} \cdot 1 \cdot 20 \cdot 10^{-3} \left(\frac{22,5}{1,5} \cdot 0,9 + 0,8 \cdot 10^{-3} \cdot 0,43 \right) = 0,464 \text{ V}$$

$$\Delta u = 0,116\%$$

Chute de tension calculée par ECODIAL $\Delta u = 0,16\%$

➤ **Prises de courants :**

$$u = \sqrt{3} \cdot I \cdot B \cdot L (R \cos\varphi + X \cdot \sin\varphi)$$

$$u = \sqrt{3} \cdot 25,5 \cdot 15 \cdot 10^{-3} \left(\frac{22,5}{6} \cdot 0,85 + 0,8 \cdot 10^{-3} \cdot 0,52 \right) = 2,11 \text{ V}$$

$$\Delta u = 0,528\%$$

Chute de tension calculée par ECODIAL $\Delta u = 0,562\%$

➤ **Alternateur monophasé :**

$$u = 2 \cdot I \cdot B \cdot L (R \cos \varphi + X \cdot \sin \varphi)$$

$$u = 2 \cdot 15 \cdot 1,5 \cdot 10^{-3} \left(\frac{22,5}{1,5} \cdot 0,78 + 0,8 \cdot 10^{-3} \cdot 0,65 \right) = 0,92 \text{ V}$$

$$\Delta u = 0,23\%$$

Chute de tension calculée par ECODIAL $\Delta u = \mathbf{0,22\%}$

➤ **Alternateur triphasé :**

$$u = \sqrt{3} \cdot I \cdot B \cdot L (R \cos \varphi + X \cdot \sin \varphi)$$

$$u = \sqrt{3} \cdot 32,8 \cdot 1,5 \cdot 10^{-3} \left(\frac{22,5}{1,5} \cdot 0,88 + 0,8 \cdot 10^{-3} \cdot 0,47 \right) = \mathbf{0,168 \text{ V}}$$

$$\Delta u = \mathbf{0,042\%}$$

Chute de tension calculée par ECODIAL $\Delta u = \mathbf{0,043\%}$

➤ Les résultats de l'installation sont affichés dans le tableau suivant (tab III.7)

Charges	La chute de tension u (V)	La chute de tension calculée Δu (%)	Chute de tension calculée avec ECODIAL %
Moteur 1	3.716	0.929	0.983
Moteur 2	4.92	1.23	1.31
Eclairage	0.464	0.116	0.16
Prises de courant	2.11	0.528	0.562
Alternateur monophasé	0.92	0.23	0.22
Alternateur triphasé	0.168	0.042	0.043

Tableau III.7 : Les chutes de tension dans l'installation

7.4. Calcul de courants de court-circuit

Le courant de court-circuit triphasé en tout point dans l'installation BT est calculé comme suit :

$$I_{CC} = A * \frac{0,8U * S}{\rho * l} \quad (\text{III.3})$$

U : Tension entre phase en [V]

L : Longueur de la canalisation en [m]

S : Section des conducteurs en [mm²]

$\rho = 0,028 \text{ m}\Omega \cdot \text{m}$ pour le Cu en protection fusible

$0,044 \text{ m}\Omega \cdot \text{m}$ pour l'Al en protection fusible

$0,023 \text{ m}\Omega \cdot \text{m}$ pour le Cu en protection disjoncteur

$0,037 \text{ m}\Omega \cdot \text{m}$ pour l'Al en protection disjoncteur

A = 1 pour les circuits avec neutre (section neutre = section phase)

1,73 pour les circuits sans neutre

0,67 pour les circuits avec neutre (section neutre = 0,5 section phase)

➤ **Courant de court-circuit au secondaire du transformateur MT/BT :**

Source 0 (mode d'exploitation normale) :

Transformateur de 400KVA et 400V à vide :

En utilise la formule suivante pour calculer le courant de court-circuit :

$$I_{CC} = A * \frac{0,8U * S}{\rho * l}$$

$$I_{CC} = 0,67 * \frac{0,8 * 400 * 240}{0,037 * 200} = \mathbf{11,18 \text{ KA}}$$

- Le courant de court-circuit calculé avec ECODIAL $I_{cc} = \mathbf{11,17 \text{ KA}}$

- Courant de court-circuit en charge moteur 1

En utilise la formule suivante pour calculer le courant de courant de court-circuit :

$$I_{CC} = A * \frac{0.8U * S}{\rho * l}$$

$$I_{CC} = 1 * \frac{0.8*400*1.5}{0.023*15} = \mathbf{1.39 KA}$$

- Le courant de court-circuit calculé avec ECODIAL Icc= **1.29KA**
- Après l'utilisation de la même méthode et la même formule pour tous les autres charges on a les résultats dans le tableau suivant (tabIII.8)

Les équipements	courant de court-circuit calculé (KA)	Courant de court-circuit calculé avec ECODIAL (en KA) mode d'exploitation normale	Courant de court-circuit calculé avec ECODIAL (en KA) mode d'exploitation parallèle	Synthèse pour tous les modes d'exploitation
Transformateur source 1 (mode normale)	11.18	11.17	14.12	11.17
Groupe électrogène (mode parallèle)	3.15	2.78	2.66	2.78
Moteur 1	1.39	1.29	1.20	1.29
Moteur 2	1.043	0.99	0.95	0.99
Eclairage	1.043	0.99	0.95	0.99
Prises de courant	5.56	4.22	2.33	4.22
Alternateur triphasé	1.46	1.31	1.01	1.31

Tableau III.8 : Les courants de court-circuit dans l'installation

7.5.Choix de dispositifs de protection

Pour choisir la protection deux éléments sont à prendre en compte :

- Le calibre de la protection.
- Le pouvoir de coupure de la protection.

Choix de calibre de protection

Soit I_b le courant d'emploi de conducteur, I_n le calibre de la protection et $I'z$ courant fictif traversant cette canalisation.

- Il faut toujours avoir :

$$I_b < I_n < I'z$$

Choix de pouvoir de coupure

C'est la valeur du courant en A que peut couper la protection, il faut donc qu'elle soit supérieure au courant de court-circuit I_{cc} de l'installation.

D'après les calculs précédents de transformateur de source (source 0) on a :

$$\left. \begin{array}{l} I_b = 577 A \\ I'z = 2045 \end{array} \right\} \text{Donc : } 577 < I_n < 2045$$

D'après les résultats de simulation dans la figure suivante (figIII.2) : $I_n = 630 \text{ A}$.

Disjoncteur	QA 0
Ib	577 A
Distance depuis l'origine	NA
Informations de dimensionnement	
Dimensionnement	Dimensionné par le système
Gamme	Compact NSX
Désignation	NSX630F
Calibre disjoncteur	630 A
Pouvoir de coupure	36 kA
Pouvoir de coupure unipolaire TNS	36 kA
Pouvoir de coupure unipolaire IT	NA
Pouvoir de coupure renforcé	NA
Pôles & pôles protégés	4P4d
Déclencheur	Micrologic 5.3 E
Calibre déclencheur	630 A
Réglages long retard	
Ir	578 A
Tr	16 s
Réglages court retard	
I _{sd} current	5780 A
T _{sd}	0,4 s
Réglages instantané	
Ii current	6930 A
Ti current	50 A

Figure III.2 : choix de disjoncteur du source 0

8. Conclusion

Le chapitre est composé de deux parties : la première partie est consacrée à la simulation de l'installation électrique à l'aide du logiciel ECODIAL, les résultats de cette simulation sont donnés aussi dans ce chapitre. La deuxième partie présente la méthode simplifiée pour calculer les paramètres du dimensionnement de l'installation électrique de l'atelier des TP machines électriques. Les résultats de calcul théorique se concordent avec les résultats de simulation donne par le logiciel Ecodial.

Conclusion générale

Conclusion générale

Conclusion générale

La présente étude est le dimensionnement des installations électriques à l'aide du logiciel Ecodial. Cette étude nous a permis d'approfondir nos connaissances dans le domaine des installations électriques et les réseaux électriques.

Pour cela, nous avons exposé la méthode générale de dimensionnement d'une installation électrique, en commençant par les étapes et les formules de toutes les données nécessaires pour le calcul du dimensionnement de l'installation électrique, ces données sont la section de chaque conducteur, la chute de tension, les courants de court-circuit et les dispositifs de protection. Ensuite nous avons présenté le logiciel Ecodial utilisé dans la simulation, nous avons fourni tous les informations et les instructions nécessaires pour exploiter ce logiciel surtout pour les personnes qui veulent l'utiliser pour la première fois. Ecodial a fourni non seulement tous les calculs détaillés, mais de plus, il fournit à l'utilisateur une proposition du choix des appareillages les plus adéquats.

Dans la dernière partie, nous avons réalisé le dimensionnement d'un atelier de machines électriques au sein de l'Institut de Maintenance et de Sécurité Industrielle, nous avons simulé à l'aide du logiciel Ecodial. Les résultats trouvés tels que la chute de tension, la section des câbles... se concordent avec les résultats trouvés en utilisant la méthode simplifiée pour chaque charge dans l'installation. Par exemple :

- **Les chutes de tension**

Moteur 1 :

$\Delta u = 0,929\%$

Chute de tension calculée par ECODIAL $\Delta u = 0,983\%$

- **Les courants de court-circuit**

Courant de court-circuit en charge moteur 1

$$I_{CC} = 1.39 \text{ KA}$$

Le courant de court-circuit calculé avec ECODIAL : $I_{cc} = 1.29 \text{ KA}$

Le logiciel Ecodial est très adapté pour réaliser les installations électriques à basse tension

Nous proposons dans les prochains travaux (dans l'avenir), de réaliser une étude estimative du cout de l'installation électrique.

Les références

- [1] J. Blondin, Revue générale de l'électricité, 2006.
- [2] F. H. M. d. conférences, *RÉSEAUX DE TRANSPORT ET DE DISTRIBUTION ÉLECTRIQUE*.
- [3] F. Diop, *Analyses probabilistes pour l'étude des réseaux électriques de distribution*, 2018.
- [4] L. Narimen, 12 fevrier 2022. [En ligne]. Available: https://elearning.univ-bejaia.dz/pluginfile.php/350175/mod_resource/content/0/Cours%20_LAHA%C3%87ANI%20Narimen_RESEAUX%20ELECTRIQUES.pdf.
- [5] «edf,» 2022.
- [6] «xpair,» [En ligne]. Available: <https://media.xpair.com/auxidev/nR11a.pdf>. [Accès le 05 mai 2022].
- [7] «parc-eolien,» [En ligne]. Available: <http://parc-eolien-des-boules.com/>. [Accès le 27 mai 2022].
- [8] M. NACER, *thèse du doctorat*.
- [9] A. Ahmed, *thèse du doctorat*, 2016.
- [10] M. :. L. BENARAB, *DETERMINATION DES SEUILS DE REGLAGE DES PROTECTIONS DES DEPARTS MOYENNE TENSION AU COMPLEXE DE L'ENIEM*, 2010.
- [11] *Guide technique de SONELGAZ 1984..*
- [12] Groupe Sonelgaz, XD, « *Guide Technique de Distribution* », *Document technique de Groupe SONELGAZ*, 1984.
- [13] B. K. e. B. Nabila, « *Etudes de raccordement d'une cite résidentielle en utilisant le logiciel ETAP* » *université de Mostaganem ibn badis science et technologie département génie électrique..*
- [14] D. O. K. e. T. Aboubacar, *mémoire de fin d'études*, université de Mostaganem.
- [15] H. Saada, *Mémoire de fin d'étude*, 2018/2019.
- [16] R. F. B. J.-B. J. .. G. VALENTIN, « *Postes à moyenne tension* ». *Technique de l'ingénieur D4600*.
- [17] «wikiwand,» [En ligne]. Available: <https://www.wikiwand.com/>. [Accès le 28 mai 2022].
- [18] «directindustry,» [En ligne]. Available: <https://www.directindustry.fr/prod/trench-group/product-70418-577587.html>. [Accès le 28 mai 2022].
- [19] «bricoleurs,» 25 mai 2022. [En ligne]. Available: <https://bricoleurs.info/comment-fonctionne-une-centrale-hydraulique/>.
- [20] «crushtymks,» [En ligne]. Available: <https://crushtymks.com/fr/>. [Accès le 28 mai 2022].
- [21] *poste de distribution de cimenterie zahana*, 2022.