

Centre Universitaire Abdelhafid Boussouf -Mila
Institut des Sciences et de Technologie
Département de Sciences et Technique.



N°Ref :.....

Projet de Fin d'Etude préparé En vue de l'obtention du diplôme de
MASTER

Spécialité : électromécanique

ETUDE ET DIMENSIONNEMENT DE L'INSTALLATION
ELECTRIQUE D'UNE NOUVELLE UNITE DE
PRODUCTION

Réalisé par :
-AMIRA Kenza
-AMIRA Nihad

Soutenu devant le jury :

Mme DIB Samira
M. MEHIMMEDETSI Boudjemaa
M. GUENTRI Hocine

Président
Examineur
Promoteur

Année universitaire : 2019/2020

Dédicace

Je dédie ce modeste travail ;

A mes parents pour tous les sacrifices que vous avez consentis, pour m'aider à terminer mes études ;

A toi mon chère père pour son amour et son soutien moral depuis mon enfance ;

A toi ma mère beaucoup plus pour tes encouragements depuis mon premier jour à l'école jusqu'aujourd'hui ;

*Merci **Papa** et **Mama** que dieu les garde et les protège ;*

A Ma grande mère ;

*A Mes chères sœurs : **khaoula**, **Nihad**, **Amira**, **Nourhane** ;*

*A mes amis : **Zineb**, **Meriem**, **Moufida**, **Radja** ;*

*A Tout ma famille : **AMIRA** et **CHABAH** ;*

*A Tout le groupe « électromécanique » 2020 : (**Houda**,
Rahma, **Nihad**, **Chahinaz**, **Randa**, **NourElhouda**,
Nesserin, **Sara**, **Samah**, **Bouchra**.....)*

A. Kenza

Dédicace

Je dédie ce modeste travail ;

À mes parents pour tous les sacrifices que vous avez consentis, pour m'aider à terminer mes études ;

À toi mon chère père pour son amour et son soutien moral depuis mon enfance ;

*À toi ma mère beaucoup plus pour tes encouragements depuis mon premier jour à l'école jusqu'aujourd'hui ; Merci **Papa** et **Mama** que dieu les garde et les protège ;*

À Ma grande mère ;

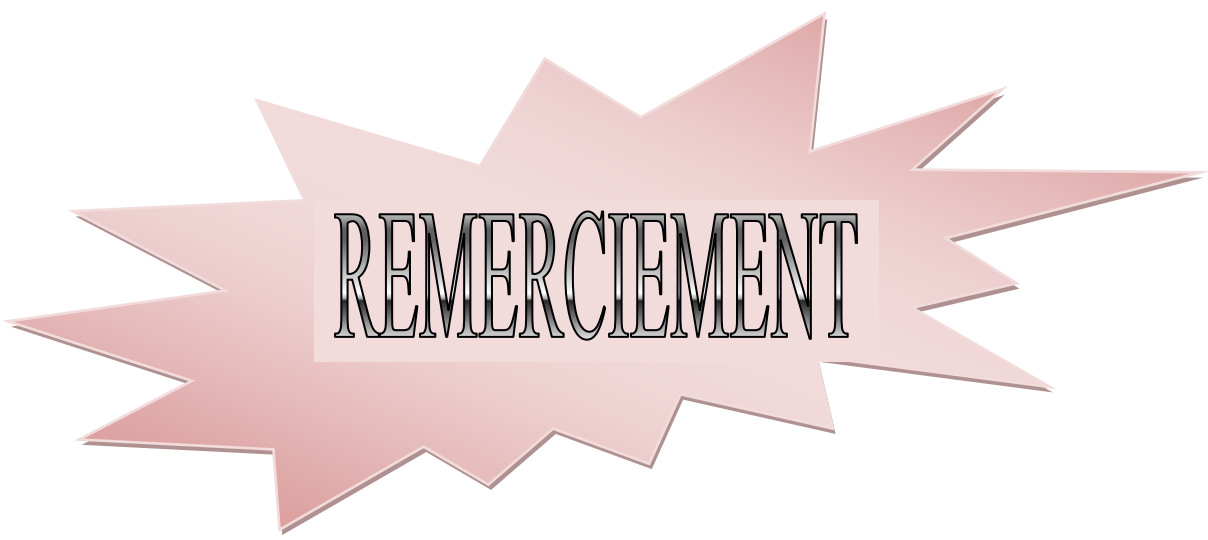
À Mes chères sœurs : khaoula, Nihad, Amira, Nourhane ;

À mes amis ;

À Tout ma famille ;

À Tout le groupe « électromécanique » 2020 : (Houda, Rahma, Nihad, Chahinaz, Randa ,NourElhouda, Nesserin, Sara, Samah, Bouchra.....)

A. Nihad



REMERCIEMENT

Nous tenons tout d'abord à remercier Dieu le tout puissant et miséricordieux, qui nous a donné la force, la volonté et la patience d'accomplir ce modeste travail.

*En second lieu, nous tenons à remercier notre encadreur **Dr.Guentri Hocine** pour son dévouement, ses conseils et son soutien moral tout le long de l'élaboration de ce travail.*

Nous le remercions aussi pour toute l'aide et le soutien qu'il nous a offert tout au long de nos études.

Nos vifs remerciements vont également aux membres du jury pour l'intérêt qu'ils ont porté à notre recherche en acceptant d'examiner notre travail et de l'enrichir par leurs propositions.

Enfin, nous tenons également à remercier toutes les personnes qui ont participé de près ou de loin à la réalisation de ce travail.



Sommaire

Liste des tableaux

Liste des figures

Introduction générale..... 1

Chapitre I : Etat de l’art des réseaux électrique industriel

I.1. Introduction.....	4
I.2. Réseaux de distribution.....	4
I.2.1. Réseaux de distribution à moyenne tension HTA.....	4
I.2.2. Réseaux de distribution à basse tension BTA.....	4
I.3. Les architecture des réseaux.....	5
I.3.1. Gamme des tensions utilisées par le groupe SONELGAZ.....	5
I.3.2. Structure générale d'un réseau de distribution.....	5
I.4. Constitution des réseaux électriques industriels.....	6
I.4.1. Réseaux HTA aériens.....	6
I.4.2. Réseaux HTA souterrains.....	7
I.5. Les poste de livraison HTA.....	7
I.5.1. Poste de transformation.....	7
I.5.2. Les poste de livraison HTA à comptage BTA.....	8
I.5.2.1. double dérivation.....	8
I.5.2.2. Simple dérivation.....	9
I.5.3. Les poste de livraison HTA à comptage HT.....	9
I.5.4. Les réseaux HTA à l'intérieur du site.....	10
I.5.4.1. Modes d'alimentation des tableaux HTA.....	10
1. Un jeu de barres, une source d'alimentation.....	10
2. Un jeu de barres sans couplage, deux sources d'alimentation.....	11
3. Deux demi-jeux de barres avec couplage, deux sources.....	11
4. Un jeu de barres sans couplage, trois sources d'alimentation.....	12
5. Trois sections de barres avec couplages, trois sources d'alimentation.....	12
6. Deux jeux de barres, deux attaches par départ, deux sources d'alimentation.....	13

I.6. Structure des réseaux HTA.....	14
I.6.1. Structure maillée.....	14
I.6.2. Structure radiale.....	15
I.6.3. Structure bouclée.....	15
I.7. Modes d'alimentation des tableaux BTA.....	17
I.7.1. l'alimentation des tableaux BTA avec une seule source HTA d'alimentation.....	17
I.7.2. l'alimentation des tableaux BTA par une triple alimentation sans couplage.....	17
I.7.3. l'alimentation des tableaux BTA par une triple alimentation avec couplage.....	18
I.7.4. Les tableaux BTA secourus par des 2 alternateurs.....	19
I.7.4.1. 2 transformateurs et 2 alternateurs.....	19
I.8. Conclusion.....	20

Chapitre II : Présentation de nouvelle unité de production et bilan de puissance

II.1. Introduction	22
II.2. Présentation de la nouvelle unité de production.....	22
II.2.1. Description.....	22
II.2.1.1. Atelier N°01.....	22
II.2.1.2. Atelier N°02.....	22
II.2.1.3. Atelier N°03	23
II.1.1.4. Hangar de stockage	23
II.1.1.5. Bloc administratif 1.....	23
II.1.1.6. Bloc administratif 2	24
II.2.2. Présentation du schéma d'alimentation.....	24
II.3. Méthodologies.....	27
II.4. Les puissances.....	27
II.4.1. Bilan de puissances.....	27
II.4.2. Détermination de la puissance	27
II.4.2.1. Puissance installée P_n (KW).....	28
II.4.2.2. Puissance absorbée P_a (KVA)	28
II.4.2.3. Puissance utilisée (P_u) (KVA).....	28
II.4.2.4. Puissance foisonnée.....	30
II.5. Conclusion	31

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

III.1. Introduction.....	33
III.2. Calcul et choix de la section des câbles.....	33
III.2.1. Choix de la section des câbles.....	33
III.2.1.1. Définition des câbles.....	33
III.2.1.2. Types des câbles.....	34
III.2.1.3. Principe de la méthode de calcul.....	35
III.2.2. Détermination la section des câbles.....	36
III.2.2.1. Courant d'emploi I_B	36
III.2.2.2. Courant admissible I_Z	36
III.2.2.3. Courant admissible fictif.....	37
a. Détermination de la lettre de sélection.....	37
b. Détermination le facteur K.....	37
III.3. Section d'une canalisation BT.....	40
III.4. Déterminations des sections de conducteurs et des conducteurs de liaison équipotentielle.	42
III.4.1. Des sections de conducteurs.....	42
III.4.1.1. Sections des conducteurs de protection des masses basse tension(S_{PE}).....	43
III.4.2. Section des conducteurs d'équipotentialité.....	44
III.4.2.1. Conducteur d'équipotentialité principale.....	44
III.6. Vérification de la Chute de tension.....	44
III.7. Choix du dispositif de protection.....	46
III.7.1. Protection par disjoncteur.....	47
A) Définition.....	47
B) Caractéristiques de disjoncteur.....	47
III.7.2. Protection par fusible.....	48
A) Définition.....	48
B) Caractéristiques.....	48
III.8. Exemple de calcul des sections des cables.....	49
III.9. Conclusion.....	51

Chapitre IV : Simulation en utilisant le logiciel ECODIAL

IV.1. Introduction.....	53
-------------------------	----

IV.2. Présentation du logiciel.....	53
IV.3. Utilité du logiciel ECODIAL.....	53
IV.4. La façade avant	54
IV.5. Description de l'interface graphique du logiciel.....	54
IV.6. Méthode de calcul.....	55
IV.6.1.Définition des caractéristiques électriques générales du réseau.....	55
IV.6.2. Réalisation du schéma unifilaire.....	56
IV.6.3. Saisie des caractéristiques des éléments du réseau	56
IV.7. Simulation.....	57
IV.7.1. Résultats de simulation	57
IV.7.1.1. Circuit(s) Source d'alimentation HTA.....	57
IV.7.1.2. Circuit(s) Départ.....	58
IV.7.1.3. Circuit(s) charge générique	64
IV.7.1.4. Circuit(s) charge éclairage.....	65
IV.7.1.5. Circuit(s) prises de courant	67
IV.7.1.6. Départs machines de production	69
IV.8. Conclusion.....	71
Conclusion générale.....	73
Références bibliographiques	
Annexe	

Liste des tableaux

Chapitre I:

Tableau. I.1. Tableau des domaines de tension.....	5
Tableau. I.2. Niveaux de tension d'alimentation en fonction de la puissance souscrite.....	7

Chapitre II :

Tableau. II.1. Facteur d'utilisation.....	29
Tableau. II.2. Facteur de simultanéité selon le nombre de récepteurs.....	29

Chapitre III :

Tableau. III.1. Lettre de sélection et facteur de correction de mode de pose « k_1 ».....	38
Tableau. III.2. Facteurs de correction k_2 (influence de la température).....	38
Tableau. III.3. Facteurs de correction k_3 (influence de la nature du sol).....	39
Tableau. III.4. Facteurs de correction k_{41} (influence de la disposition horizontale).....	39
Tableau. III.5. Facteurs de correction K_{42} (influence de la disposition de couche).....	40
Tableau. III.6. Facteur de correction k_n (conducteur Neutre chargé).....	40
Tableau. III.7. Détermination de la section d'un câble enterrée.....	41
Tableau. III.8. Détermination de la section d'un câble non enterrée.....	42
Tableau. III.9. Valeurs du facteur k pour le calcul des contraintes thermiques des conducteurs	44
Tableau. III.11. Valeurs limites admise de chute de tension.....	44
Tableau. III.12. Formules du calcul de la chute de tension.....	45
Tableau. III.13. Valeur de résistance et réactance du câble BT.....	46
Tableau. III.14. le courant de la canalisation dans les conditions standards.....	49

Chapitre IV :

Tableau IV.1. Les sections des câbles utilisées.....	58
Tableau. IV.2. Section des câbles.....	59
Tableau IV.3. Section des câbles.....	60
Tableau. IV.4. Section des câbles.....	61
Tableau .IV.5. Section des câbles.....	62

Tableau IV.6. Sections des câbles.....	63
Tableau .IV.7. Sections des câbles.....	64
Tableau .IV.8. Disjoncteur.....	64
Tableau IV.9. Câble.....	64
Tableau IV.10. Les disjoncteurs.....	65
Tableau. IV.11. Câble.....	66
Tableau .IV.12. Disjoncteur.....	67
Tableau.IV.13. Câble.....	68
Tableau.IV.14. Les Disjoncteurs.....	69
Tableau IV.15. Les Câbles.....	70

Liste des figures

Chapitre I :

Figure. I.1. Architecture générale de réseaux de distribution.....	4
Figure. I.2. Structure générale d'un réseau de distribution.....	6
Figure. I.3. Alimentation en double dérivation d'un poste de livraison HTA à comptage BTA..	8
Figure. I.4. Alimentation en simple dérivation d'un poste de livraison HTA à comptage BTA..	9
Figure. I.5. Exemple de poste de livraison HTA à comptage HT	10
Figure I.6. Un jeu de barres, une source d'alimentation.....	10
Figure. I.7. Un jeu de barres sans couplage, deux sources d'alimentation.....	11
Figure. I.8. Deux demi-jeux de barres avec couplage, deux sources d'alimentations.....	12
Figure. I.9. Un jeu de barres sans couplage, trois sources d'alimentation.....	12
Figure. I.10. Trois Sections de barres avec couplages, trois sources d'alimentation.....	13
Figure. I.11. Deux jeux de barres, deux attaches par départ, deux sources d'alimentation.....	13
Figure. I.12. Structure des réseaux maillés.....	14
Figure. I.13. Réseaux HTA radial.....	15
Figure. I.14. Réseau HTA en bouclée.....	16
Figure. I.15. Alimentation des tableaux BTA avec une seule source HTA d'alimentation.....	17
Figure. I.16. Alimentation des tableaux BTA par une triple alimentation sans couplage.....	18
Figure. I.17. Alimentation des tableaux BTA par une triple alimentation avec couplage.....	18
Figure. I.18. 2 transformateurs et 2 alternateurs.....	19

Chapitre II :

Figure. II.1. Plan de la nouvelle unité de production.....	25
Figure. II.2. Schéma d'alimentation de la nouvelle unité de production.....	26
Figure. II.3. Schéma d'alimentation de l'atelier 1.....	26
Figure. II.4. Schéma d'alimentation de l'atelier 2.....	27

Chapitre III :

Figure. III.1. Les code de couleur.....	33
Figure. III.2. Câble U – 1000 R2	34
Figure. III.3. Câble unipolaire.....	34
Figure. III.4. Câble multipolaire.....	34
Figure. III.5. Détermination pratique de la section d'une canalisation.....	35
Figure. III.6. Exemple de quatre câbles jointifs.....	39
Figure. III.7. Exemple de trois couches de câble.....	40

Figure. III.8. Les courants d'une canalisation.....	47
--	----

Chapitre IV :

Figure. IV.2. l'interface graphique de logiciel.....	54
Figure .IV.3. Les caractéristiques électriques générales du réseau.....	55
Figure. IV.4. schéma unifilaire.....	55
Figure .IV.5. Des caractéristiques des éléments du réseau	56
Figure .IV.6. Le dessin du schéma unifilaire	56

ملخص :

يركز هذا العمل على حساب أبعاد التركيبات الكهربائية لوحدة إنتاج جديدة. الهدف من هذا العمل هو تعلم طريقة عملية لإيجاد مساحات للكابلات المختلفة المستخدمة في تغذية الكهربائية لهاته الوحدة، حساب تصنيف معدات الحماية مثل قواطع التيار الكهربائي والصمامات، أخيرًا معرفة استطاعة المحولات المستخدمة لتزويد هاته الوحدة الانتاجية. باستخدام برنامج ECODIAL وهو برنامج معروف في المجال العملي لأدائه المتميز والفعال.

Abstract

This work focuses on the calculation of the dimensions of the electrical installation of a new production unit. The objective of this work is to learn a practical method to find the different sections of the cables used to powered this installation, calculate the rating of protective equipment such as circuit breakers and fuses, finally know the powers of the transformers used to supply this installation. By using the ECODIAL software, which is software known in the practical field for its performance.

Introduction

Générale

Introduction générale

Le monde a connu une croissance économique et industrielle très important, l'électricité est parmi les causes principales. Des investissements énormes sont alloués au développement de l'électricité industrielle.

Les réseaux électriques industriels fournissent l'énergie électrique nécessaire au fonctionnement des équipements de production. La réduction des coûts d'installation et d'exploitation électriques, associée à un fonctionnement fiable et sans panne, sont des conditions essentielles pour la rentabilité.

Il y a quatre raisons principales pour lesquelles le dimensionnement des installations électriques est très important au stade de la conception. D'abord et avant tout, le dimensionnement des installations électriques est important pour fonctionner indéfiniment à pleine charge, sans être endommagé. De plus, il est nécessaire de retenir le pire courant de court-circuit et de s'assurer que les dispositifs de protection sont efficaces lors d'un défaut à la terre. Assurez-vous que, l'alimentation de la charge avec une tension appropriée et évitez les chutes de tension excessives [20].

Notre objectif est focalisé sur le dimensionnement d'une installation électrique d'une nouvelle unité de production, se dimensionnement consiste à trouver la section des câbles nécessaire à l'alimentation, le calibrage des équipements protections (fusibles et disjoncteurs), enfin trouver la puissance optimale du transformateur à utiliser. En utilisant un logiciel pratique et très performant qui est ECODIAL.

Ce travail est structuré en quatre chapitres:

Le premier chapitre traite des généralités sur les réseaux électriques industriels, les différentes architectures et constitution des réseaux électriques industriels, nous avons terminé ce chapitre par les perturbations dans les réseaux industriels.

Le deuxième chapitre est consacré à la présentation de la nouvelle unité de production, et bilan de puissance. Le troisième chapitre est réservé au dimensionnement et choix des éléments de l'installation, méthode de calcul des sections des câbles, le calibrage des équipements de protections tels que les disjoncteurs et les fusibles, aussi le dimensionnement du transformateur nécessaire à l'alimentation.

Le quatrième est consacré premièrement à la présentation à logiciel ECODIAL, deuxièmement à la vérification des résultats de calcul du bilan de puissance, les sections des câbles, les calibres des disjoncteurs et les fusibles et la puissance des transformateurs.

Finalement, on clôture ce travail par une conclusion générale faisant ressortir l'intérêt de ce travail ainsi que les perspectives relatives au développement future du travail effectué.

Chapitre I :

*Etat de l'art des réseaux
électrique industriel*

I.1. Introduction :

Les réseaux électriques industriels sont l'allongement naturel du réseau de distribution auquel ils se connectent pour satisfaire les demandes de l'industrie de l'énergie électrique. Ces réseaux sont complexes par nature, modifiés en permanence ils sont optimiser et améliorés pour satisfaire les besoins d'adaptation et modernisation [1].

La mission du réseau de distribution d'énergie électrique c'est de transporter cette énergie (active ou réactive) en transitant par des lignes ou câbles HTA (30 et 10 kV) et entre les différents postes de livraison (postes sources HTB/HTA) et les consommateurs BTA (380/230 V) [2].

I.2. Réseaux de distribution :

Les réseaux de distribution débutent à partir des tensions minimales de 60 kV et des postes abaisseur HTB/HTA avec l'aide des lignes ou des câbles moyenne tension jusqu'aux postes de distribution HTA/HTA. Le poste abaisseur de conversion HTA/BTA compose la dernière étape de la chaîne de distribution et concerne tous les usages du courant électrique [2].

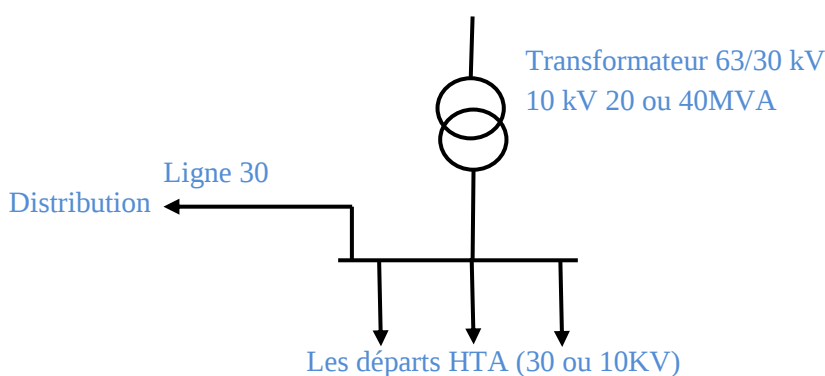


Figure. I.1. Architecture générale de réseaux de distribution

I.2.1. Réseaux de distribution à moyenne tension HTA:

Les lignes moyennes tension permettent le transport de l'électricité à l'échelle régionale vers les petites industries [2] :

- HTA (30 et 10 kV le plus répandu).
- Neutre à la terre par une résistance.
- Limitation à 300 A pour les réseaux aériens.
- Limitation à 1000 A pour les réseaux souterrains.
- Réseaux souterrains en boucle ouverte.

I.2.2. Réseaux de distribution à basse tension BTA:

Les lignes basses tension sont les plus petites lignes des réseaux électriques [2] :

- BTA (230 / 380 V).
- Neutre directement à la terre.
- Réseaux de type radial, maillés et bouclés.

I.3. Les architecture des réseaux:

La structure d'un réseau de distribution électrique industriel est plus ou moins complexe suivant le niveau de tension, la puissance demandée et la sûreté d'alimentation requise. Nous allons identifier les domaines de tension, et la structure des réseaux HTA et BTA [1].

I.3.1. Gamme des tensions utilisées par le groupe SONEGAS:

La nouvelle norme en vigueur en la NF C 18-510 définit les niveaux de tension alternative comme suit [8] :

Tableau. I.1.Tableau des domaines de tension

Domaines de Tension		Valeur de la tension composée nominale (Un en Volts)	
		Tension Alternatif	Tension Continu
Très Basse Tension (TBT)		$U_n \leq 50$	$U_n \leq 120$
Basse Tension (BTA)	BTA	$50 < U_n \leq 500$	$120 < U_n \leq 750$
	BTB	$500 < U_n \leq 1000$	$750 < U_n \leq 1500$
Haute Tension (HT)	HTA ou MT	$1000 < U_n \leq 50\,000$	$1500 < U_n \leq 75\,000$
	HTB	$U_n > 50\,000$	$U_n > 75\,000$

Exemple:

BTA: 380V et 220V

HTA: 10kV, 30kV et 60kV

HTB: 90kV, 150kV, 220kV et 400kV

I.3.2. Structure générale d'un réseau de distribution:

Dans le cas général avec une alimentation en HTB, un réseau de distribution comporte [6] :

- un poste de livraison HTB alimenté par une ou plusieurs sources, il est composé d'un ou plusieurs jeux de barres et de disjoncteurs de protection ;
- une source de production interne ;
- un ou plusieurs transformateurs HTB / HTA ;
- un tableau principal HTA composé d'un ou plusieurs jeux de barres ;

- un réseau de distribution interne en HTA alimentant des tableaux secondaires ou des postes HTA / BTA ;
- des récepteurs HTA ;
- des transformateurs HTA / BTA ;
- des tableaux et des réseaux basse tension ;
- des récepteurs à basses tension ;

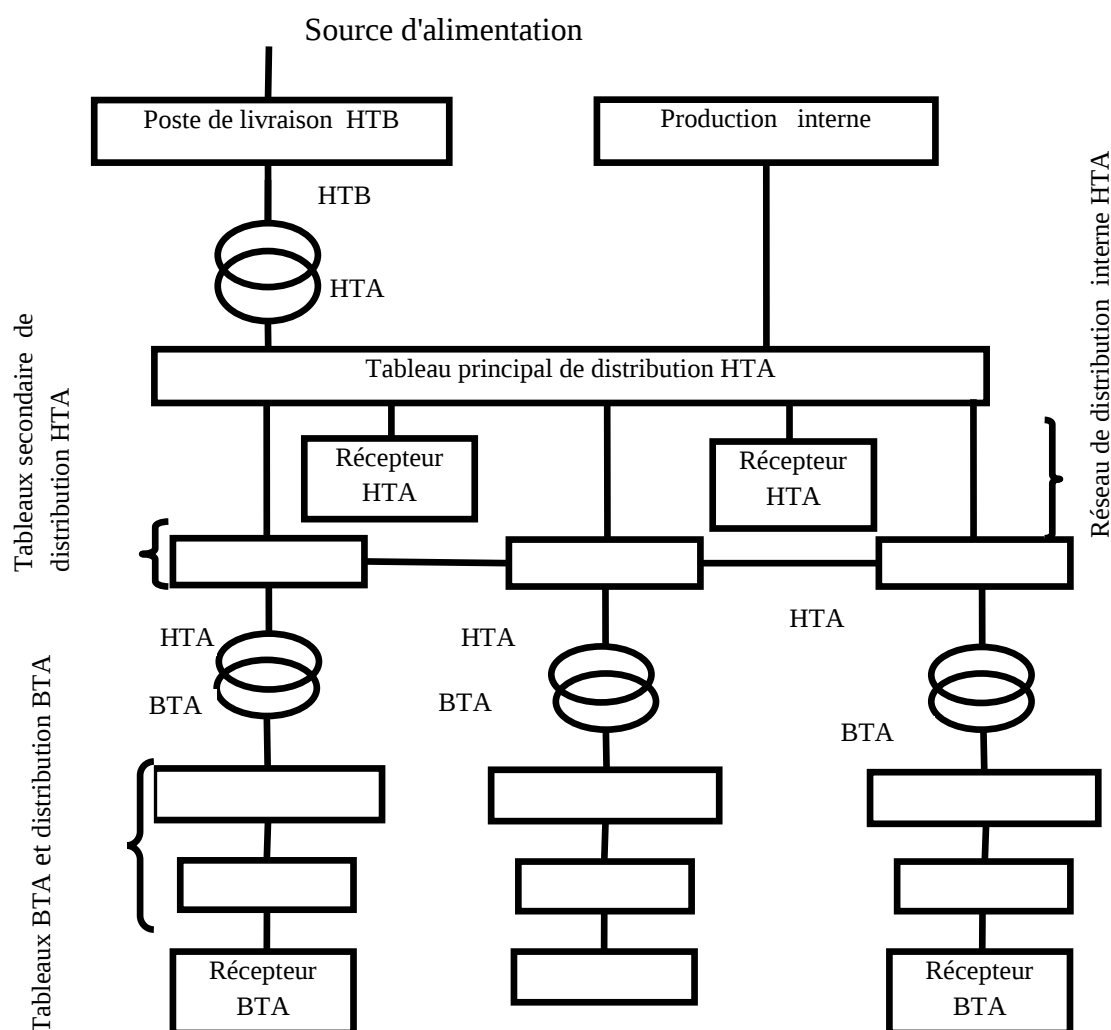


Figure. I.2. Structure générale d'un réseau de distribution [1]

I.4. Constitution des réseaux électriques industriels:

Nous pouvons déterminer deux essentiels types de réseaux HTA:

I.4.1. Réseaux HTA aériens:

La structure des réseaux est arborescente à deux ordres de lignes : dorsales et dérivations. Des sous dérivations peuvent être utilisés pour alimenter des charges isolées ou pour grouper sous un même interrupteur à commande manuelle un ensemble de postes HTA/BTA.

Des interrupteurs automatiques sont 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-dérivations doivent être équipées, au point de raccordement à la dérivation, d'interrupteurs manuels [4].

I.4.2. Réseaux HTA souterrains:

Les zones urbaines ou mixtes à forte densité de charge sont alimentées par des câbles HTA enterrés en double dérivation ou en coupure d'artère, les postes HTA/BT sont normalement alimentés par le câble de travail (CT), le câble de secours (CS) permet de garantir une bonne continuité de service en cas de défaut. La technique en coupure d'artère est moins coûteuse que la précédente et permet une isolation rapide des défauts, mais nécessite un temps d'intervention plus long. Le dimensionnement des ouvrages souterrains est principalement lié aux courants admissibles dans les câbles en raison de la densité des charges à desservir. Les ouvrages de distribution neufs ou les rénovations en zones rurales sont également réalisés en câble, en raison de la baisse notable du surcoût lié à cette technique. De plus, une volonté politique croissante de qualité environnementale tend à la réduction de l'impact visuel des ouvrages [15].

I.5. Les postes de livraison HTA:

Ils concernent généralement les puissances comprises entre 250 KVA et 10 MVA.

En Algérie, deux types de postes de livraison HTA existent selon que le comptage est effectué en BTA ou en HTA [1].

Exemple : Le tableau I.2 indique les niveaux de tensions d'alimentation usuellement choisis en Algérie en fonction de la puissance souscrite [1].

Tableau. I.2. Niveaux de tension d'alimentation en fonction de la puissance souscrite

Tension d'alimentation	0 250 KVA	250 10000 KVA	10000 40000 KVA	>40000 KVA
BTA				
HTA				
HTB60kV ou 90kV				
HTB 220Kv				

I.5.1. Poste de transformation:

Le poste de transformation (30kV/380V) est composé de deux (02) cellules [3] :

- Une cellule d'arrivée et de protection, qui assure la liaison entre le réseau d'alimentation et le transformateur.

- Une cellule transformatrice (transformateur), qui assure l'alimentation des récepteurs BTA par un jeu de barre (JDB).
- L'alimentation de la station se fait à travers un transformateur abaisseur de tension (30kV/380V).

I.5.2. Les poste de livraison HTA à comptage BTA:

En Algérie, ils sont régis par la norme NF C 13-100, ils ne comportent qu'un seul transformateur dont le courant secondaire est inférieur ou égal à 2000 A, soit une puissance inférieure ou égale à 1250 KVA pour une tension composée de 380 V [1].

I.5.2.1. Double dérivation [1] :

a) Fonctionnement:

Lorsque le réseau de distribution HTA comporte deux câbles souterrains distincts en parallèle, le poste peut être alimenté par l'une ou l'autre de ces deux dérivation.

La permutation d'une alimentation sur l'autre s'effectue lors de la disparition de la tension sur le câble alimentant le poste. Elle est réalisée soit automatiquement, soit manuellement.

Ce schéma, très coûteux pour le distributeur, est utilisé lorsque les exigences de disponibilité sont importantes (le surcoût est généralement payé par l'utilisateur).

b) Architecture:

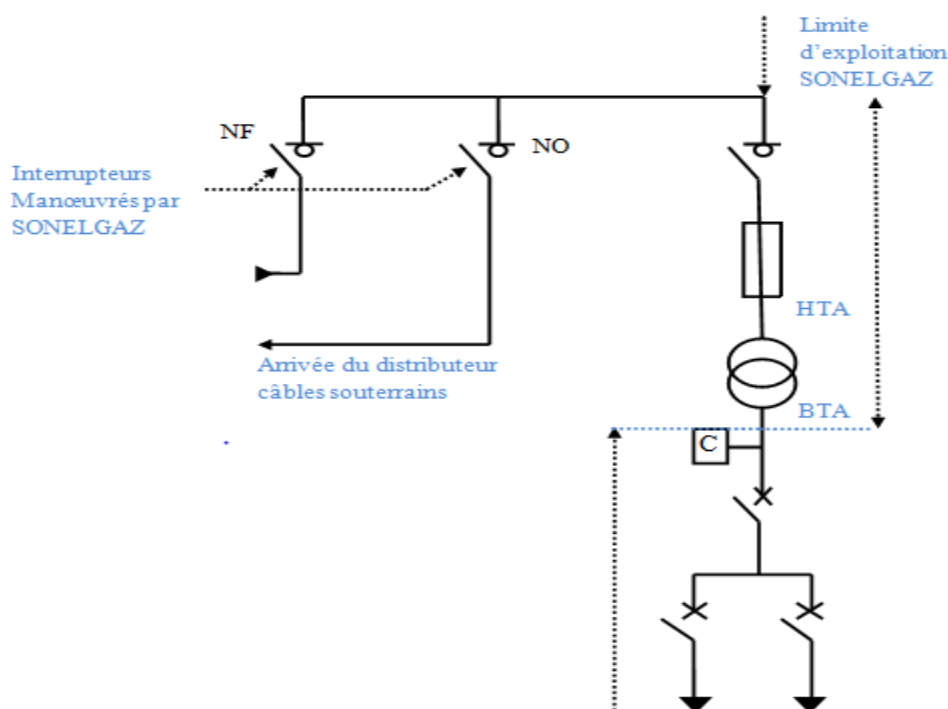


Figure. I.3. Alimentation en double dérivation d'un poste de livraison HTA à comptage BTA [1]

I.5.2.2.Simple dérivation [1] :

a) Architecture:

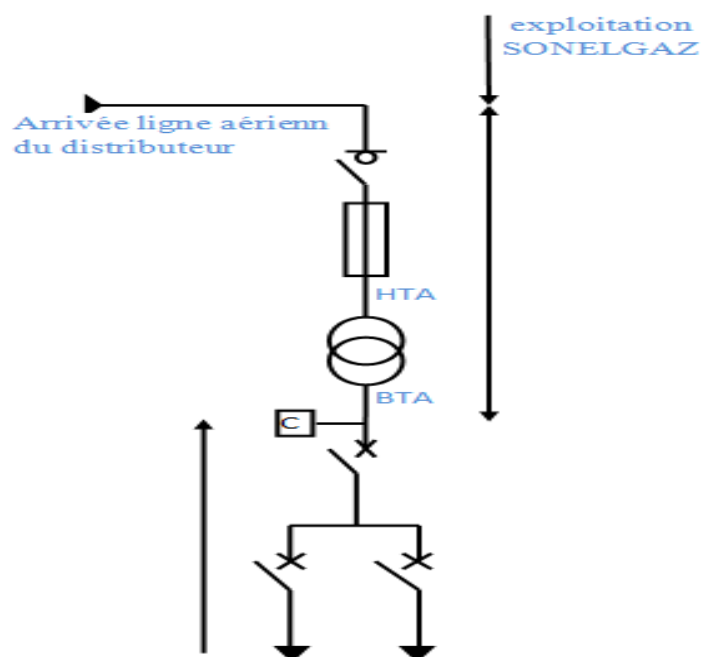


Figure. I.4. Alimentation en simple dérivation d'un poste de livraison HTA à comptage BTA

b) Fonctionnement:

Ce type de poste est utilisé en général pour la distribution publique HTA en lignes aériennes, il comporte une seule source d'alimentation possible par le distributeur.

I.5.3. Les poste de livraison HTA à comptage HT:

Ils comportent généralement, plusieurs transformateurs ou un seul si son courant secondaire est supérieur à 2000 A (puissance supérieure à 1250 KVA pour une tension composée de 380 V) et peuvent comporter des départs HTA.

La partie de l'installation allant du point de raccordement au réseau HTA jusqu'au sectionneur d'isolement situé en aval du disjoncteur général est régie par la norme NF C 13-100 ; les jeux de barres, le réseau HTA et les transformateurs sont régis par la norme NF C 13-200. De façon identique aux postes de livraison à comptage BTA, l'alimentation par le distributeur peut être en simple dérivation, coupure d'artère ou double dérivation [1].

1) exemple de schéma :

Poste de livraison avec une alimentation en coupure d'artère comportant 2 transformateurs et 2 départs.

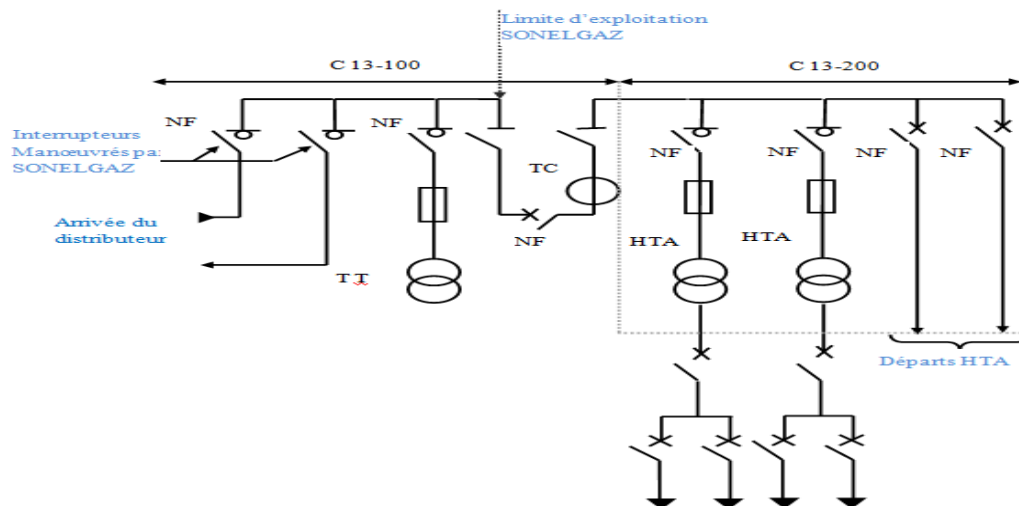


Figure. I.5.Exemple de poste de livraison HTA à comptage HT [1]

2) Fonctionnement [1] :

Le comptage HT est réalisé grâce au TT (transformateur de tension) et au TC (transformateur de courant). Le transformateur de courant possède généralement un deuxième secondaire utilisé pour la protection contre les surintensités.

I.5.4.Les réseaux HTA à l'intérieur du site:

Nous allons d'abord étudier les différents modes d'alimentation des tableaux, puis les différentes structures des réseaux permettant d'alimenter ces tableaux.

I.5.4.1. Modes d'alimentation des tableaux HTA:

Le nombre de sources et la complexité du tableau diffèrent suivant le niveau de sûreté de fonctionnement désiré [1].

1. Un jeu de barres, une source d'alimentation [1] :

a) Architecture:

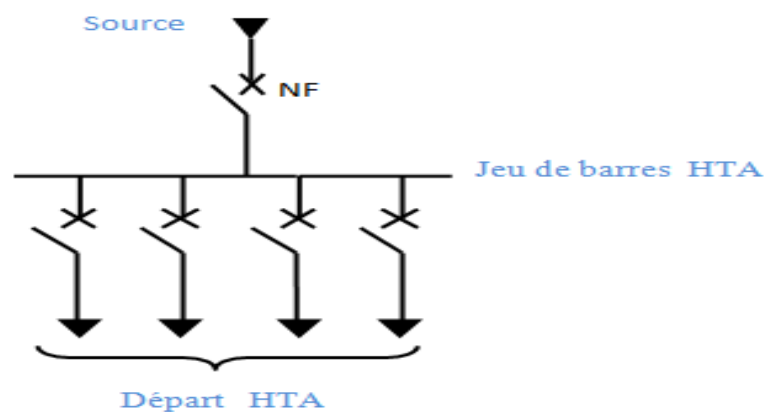


Figure I.6.Un jeu de barres, une source d'alimentation

b) fonctionnement:

En cas de perte de la source d'alimentation, le jeu de barres est hors service jusqu'à l'opération de réparation.

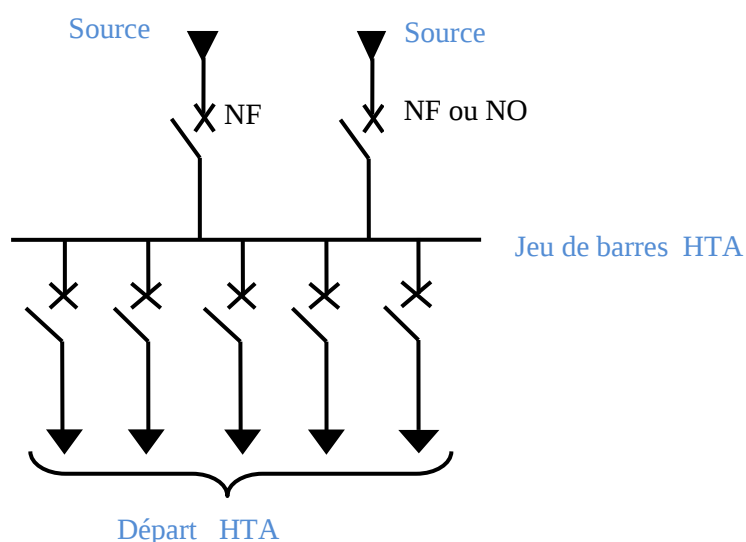
2. Un jeu de barres sans couplage, deux sources d'alimentation:**a) Architecture :**

Figure. I.7. Un jeu de barres sans couplage, deux sources d'alimentation [1]

b) fonctionnement [1]:

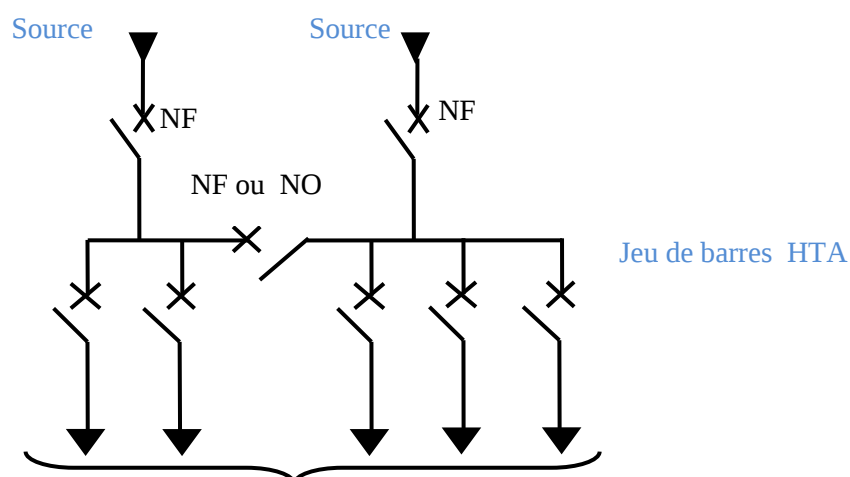
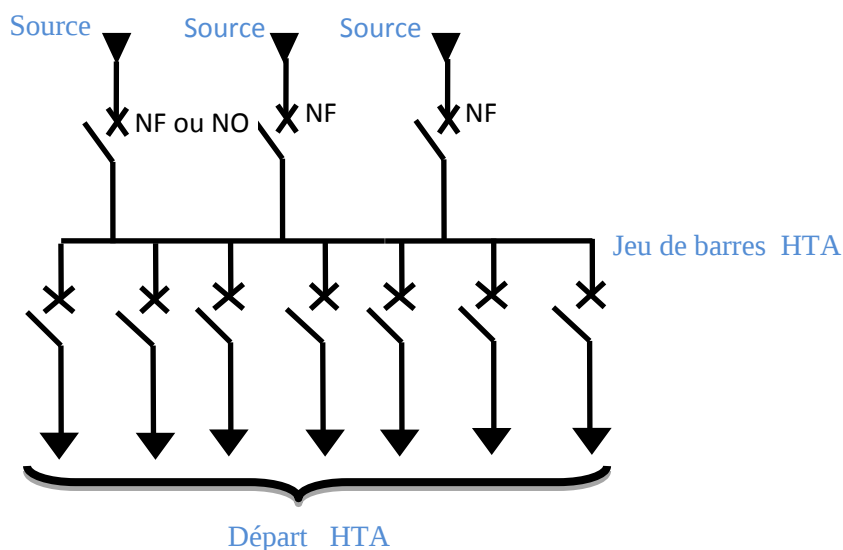
Les deux sources peuvent fonctionner en parallèle ou l'une en secours de l'autre.

En cas de défaut sur le jeu de barres (ou maintenance de celui-ci), les départs ne sont plus alimentés.

3. Deux demi-jeux de barres avec couplage, deux sources d'alimentations:**a) Fonctionnement [1] :**

Le disjoncteur de couplage peut être maintenu fermé ou ouvert. S'il est ouvert, chaque source alimente un demi - jeu de barres. En cas de perte d'une source, le disjoncteur de couplage est fermé et l'autre source alimente les 2 demi-jeux de barres.

En cas de défaut sur un demi jeu de barres (ou maintenance de celui-ci), une partie seulement des départs n'est plus alimentée.

b) Architecture:**Figure. I.8.** Deux demi-jeux de barres avec couplage, deux sources d'alimentation [1]**4/Un jeu de barres sans couplage, trois sources d'alimentation :****a) Architecture :****Figure. I.9.** Un jeu de barres sans couplage, trois sources d'alimentation [1]**b) fonctionnement:**

Les trois sources peuvent fonctionner en parallèle ou l'une en secours des deux autres. En cas de défaut sur le jeu de barres (ou maintenance de celui-ci), les départs ne sont plus alimentés.

5. Trois sections de barres avec couplages, trois sources d'alimentation :**a) fonctionnement [1] :**

Les deux disjoncteurs de couplage peuvent être maintenus ouverts ou fermés. S'ils sont ouverts, chaque source alimente sa section de barres. En cas de perte d'une source, le disjoncteur de

couplage associé est fermée, une source alimente deux sections de barres et l'autre une section de barres.

En cas de défaut sur une section de barres (ou maintenance de celle-ci), une partie seulement des départs n'est plus alimentée.

b) Architecture [1] :

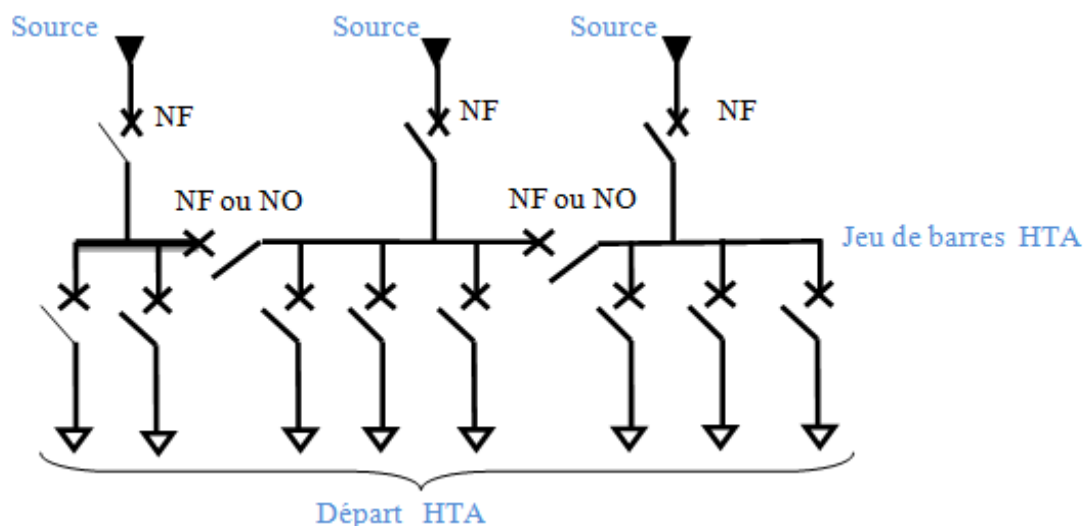


Figure. I.10. Trois Sections de barres avec couplages, trois sources d'alimentation

6. Deux jeux de barres, deux attaches par départ, deux sources d'alimentation :

a) Architecture :

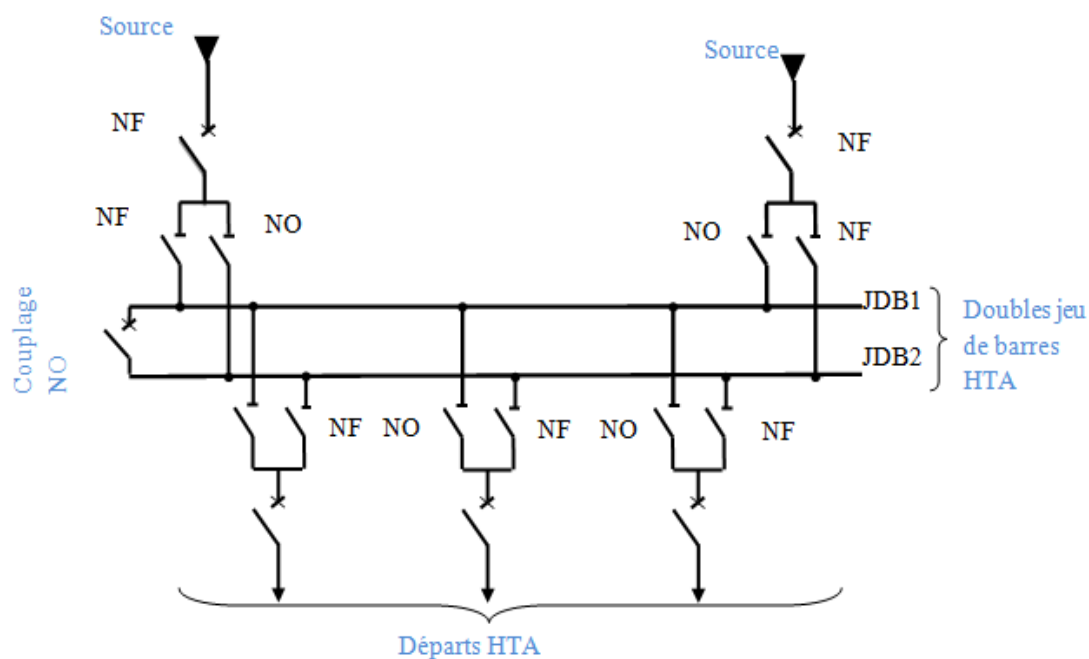


Figure. I.11. Deux jeux de barres, deux attaches par départ, deux sources d'alimentation [1]

b) fonctionnement:

Le disjoncteur de couplage est maintenu ouvert fonctionnement normal. Chaque départ peut être alimenté par l'un ou l'autre des jeux de barres suivant l'état des sectionneurs qui lui sont associés, un seul sectionneur par départ doit être fermé.

Par exemple, la source 1 alimente le jeu de barres JDB1 et les départs Dep1 et Dep2. La source 2 alimente le jeu de barres JDB2 et les départs Dep3 et Dep4.

En cas de perte d'une source, le disjoncteur de couplage est fermé, l'autre source assure la totalité de l'alimentation.

I.6. Structure des réseaux HTA:

On distingue trois structures [4] :

- Maillée
- Radiale
- Bouclée

I.6.1. Structure maillée :

Cette structure permet la réalimentation en cas d'indisponibilité d'un tronçon ou d'un poste HTA/BTA après l'élimination de l'élément défectueux. Elle présente l'inconvénient de n'utiliser les câbles que partiellement par rapport à leur capacité. Elle exige, de plus, un point commun par paire de câble et demande une surveillance continue du réseau en fonction de l'accroissement de la charge [4].

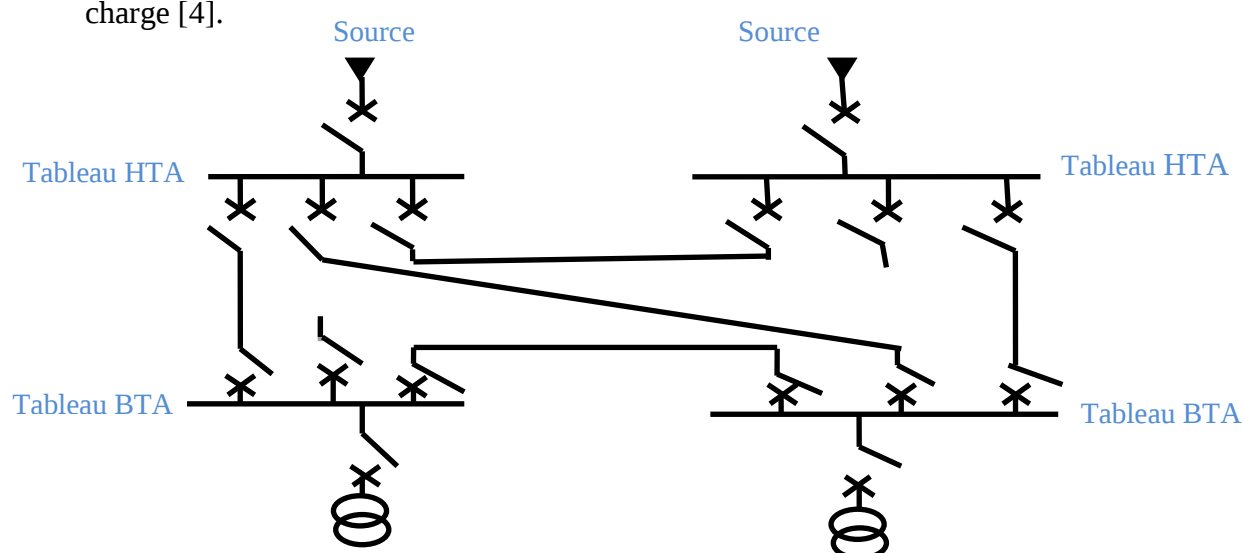


Figure. I.12. Structure des réseaux maillés

I.6.2. Structure radiale :

A partir d'un poste de livraison, elle est constituée de plusieurs artères, dont chacune va en se divisant, mais sans jamais retrouver un point commun (structure d'un arbre).

Les réseaux radiaux sont de structure simple et peuvent être contrôlés et protégés par un appareillage simple. Ce sont les réseaux les moins coûteux [4].

a) Architecture :

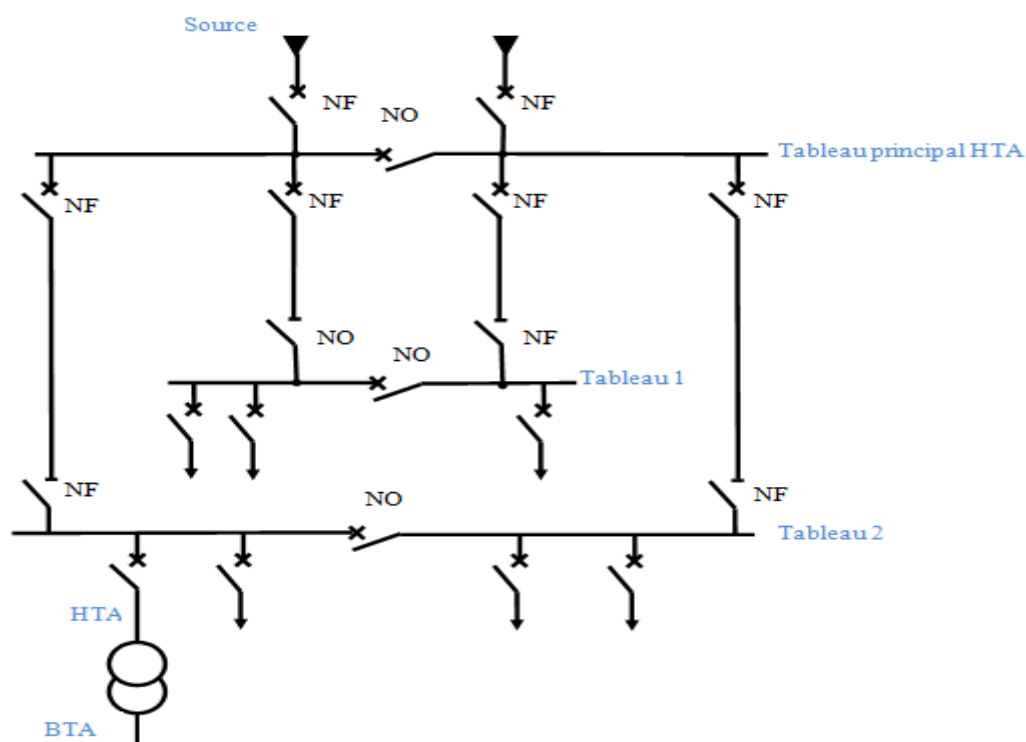


Figure .I.13. Réseau HTA radial [4]

b) Fonctionnement:

Les tableaux 1 et 2 sont alimentés par 2 sources avec couplage. En fonctionnement normal, les disjoncteurs de couplage sont ouverts.

- chaque demi-jeu de barres peut être dépanné et être alimenté par l'une ou l'autre des sources.
- cette structure est préconisée lorsqu'une bonne disponibilité est demandée, elle est souvent retenue dans les domaines de la sidérurgie et de la pétrochimie.

I.6.3. Structure bouclée:

Cette structure est utilisée en zone urbaine ou en site industriel étendu et à l'avantage de limiter le temps de non alimentation des utilisateurs situés sur la boucle. En cas de défaut sur un tronçon de

câble ou dans un poste, on isole le tronçon en défaut pas l'ouverture des 2 appareils qui l'encadrent et on réalimente la boucle en refermant le disjoncteur.

Le défaut se localise visuellement par un indicateur lumineux installé à l'extérieur du poste de lumineux installé à l'extérieur du poste de transformation [7].

a) Architecture :

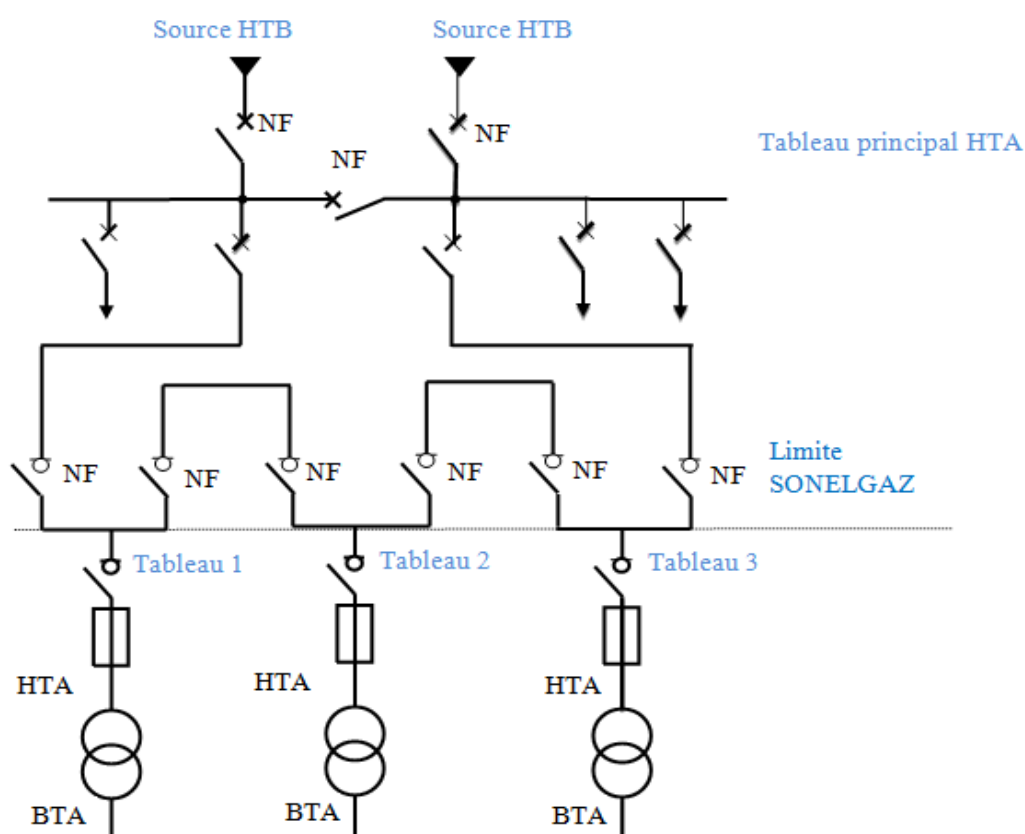


Figure. I.14. Réseau HTA en bouclée [7]

b) Fonctionnement:

Les têtes de boucle en A et B sont équipées de disjoncteurs.

- les appareils de coupure des tableaux 1, 2 et 3 sont Limite SONEGAS.
- les appareils de coupure des tableaux 1, 2 et 3 sont des interrupteurs.
- en fonctionnement normal, la boucle est ouverte (sur la figure, elle est ouverte au niveau du tableau 2).
- les tableaux peuvent être alimentés par l'une ou Limite EDF l'autre des sources.
- un défaut sur un câble ou l'aperte d'une source est pallié par une reconfiguration de la boucle.

- cette reconfiguration engendre une coupure d'alimentation de quelques secondes si un automatisme de reconfiguration de boucle est installé.

I.7. Modes d'alimentation des tableaux BTA:

Le nombre de sources d'alimentation possibles et la complexité du tableau diffèrent suivant le niveau de sûreté de fonctionnement désiré [1].

I.7.1. l'alimentation des tableaux BTA avec une seule source HTA d'alimentation :

a) Architecture:

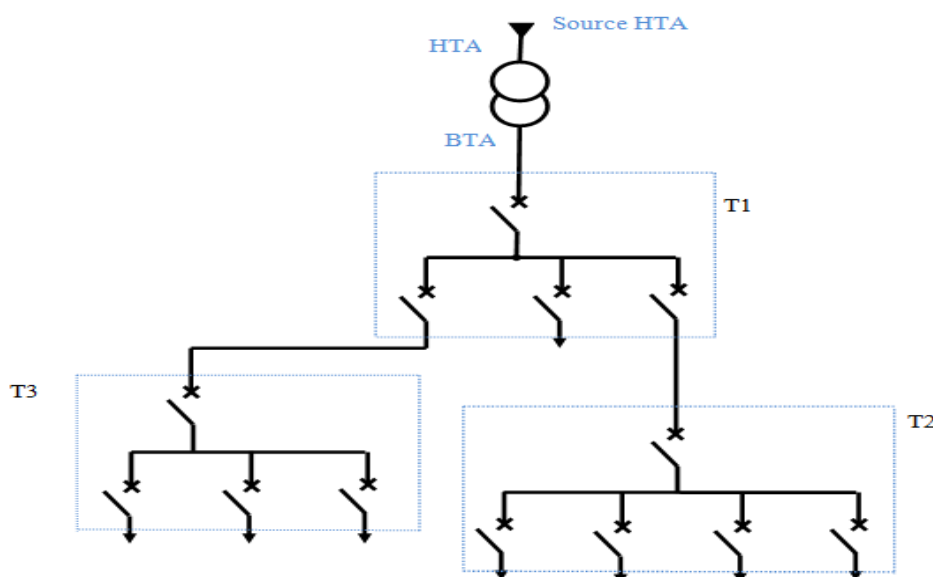


Figure. I.15. Alimentation des tableaux BTA avec une seule source HTA d'alimentation [5]

b) Fonctionnement [1] :

Les tableaux T1, T2, T3 bénéficient d'une seule source d'alimentation. Le réseau est dit de type radial arborescent.

En cas de perte de la source d'alimentation d'un tableau, celui-ci est hors service jusqu'à l'opération de réparation.

I.7.2. l'alimentation des tableaux BTA par une triple alimentation sans couplage [1] :

a) Fonctionnement :

Le tableau T1 bénéficie d'une triple alimentation sans couplage par deux transformateurs HTA/BTA et par un départ issu d'un autre tableau BTA. En fonctionnement normal, le tableau est alimenté par les deux transformateurs en parallèle. En cas de défaillance d'un ou des deux transformateurs, le tableau T1 est alimenté par le départ issu d'un autre tableau.

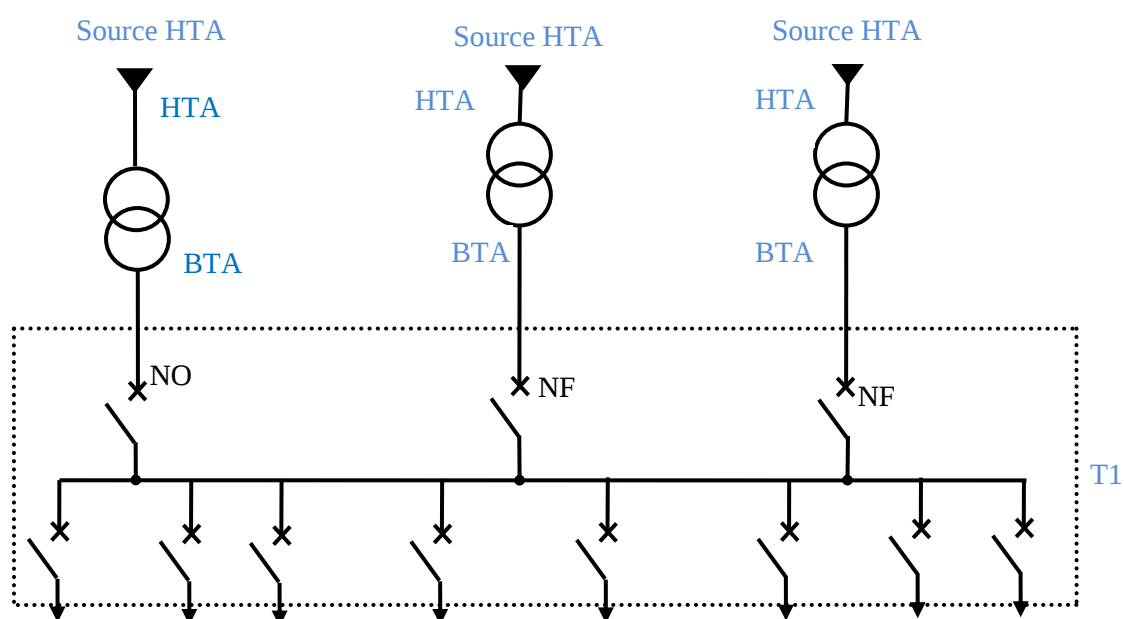
b) Architecture:

Figure. I.16.Alimentation des tableaux BTA par une triple alimentation sans couplage

I.7.3.l'alimentation des tableaux BTA par une triple alimentation avec couplage [1] :

a) Architecture :

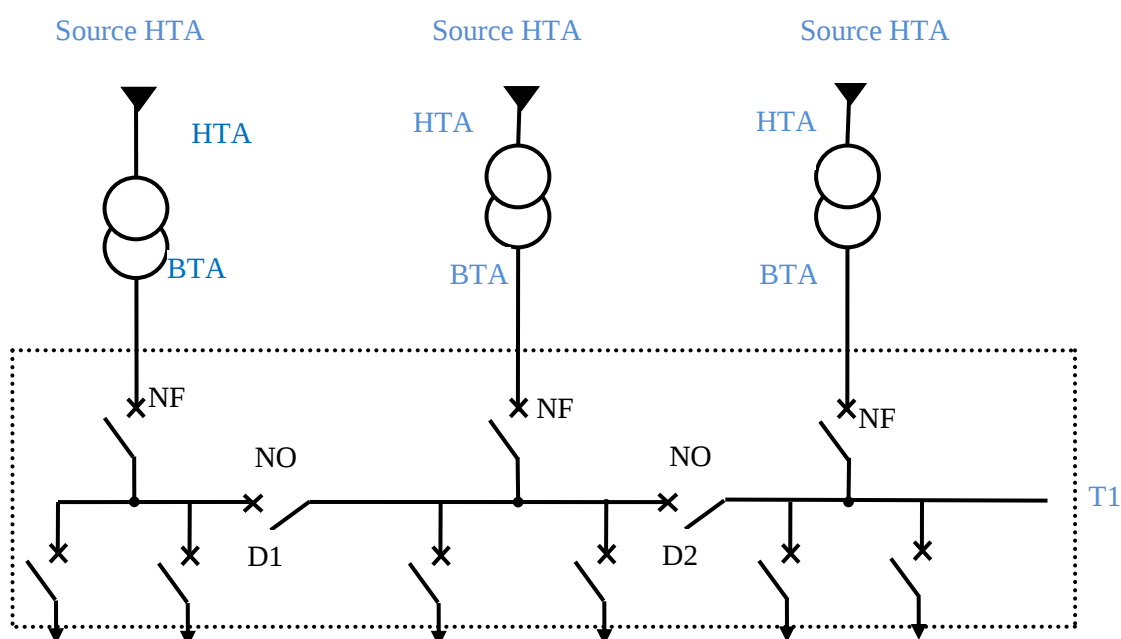


Figure. I.17. Alimentation des tableaux BTA par une triple alimentation avec couplage

b) Fonctionnement :

Le tableau T1 bénéficie d'une triple alimentation avec couplage par 2 transformateurs HTA/BTA et par un départ issu d'un autre tableau BTA.

En fonctionnement normal, les 2 disjoncteurs de couplage sont ouverts, le tableau T1 est alimenté par les 3 sources d'alimentation.

En cas de défaillance d'une source, le disjoncteur de couplage de la source associée est fermé, le disjoncteur arrivé de la source défaillante est ouvert.

I.7.4. Les tableaux BTA secourus par des 2 alternateurs :

I.7.4.1. 2transformateurs et 2 alternateurs:

a) Architecture :

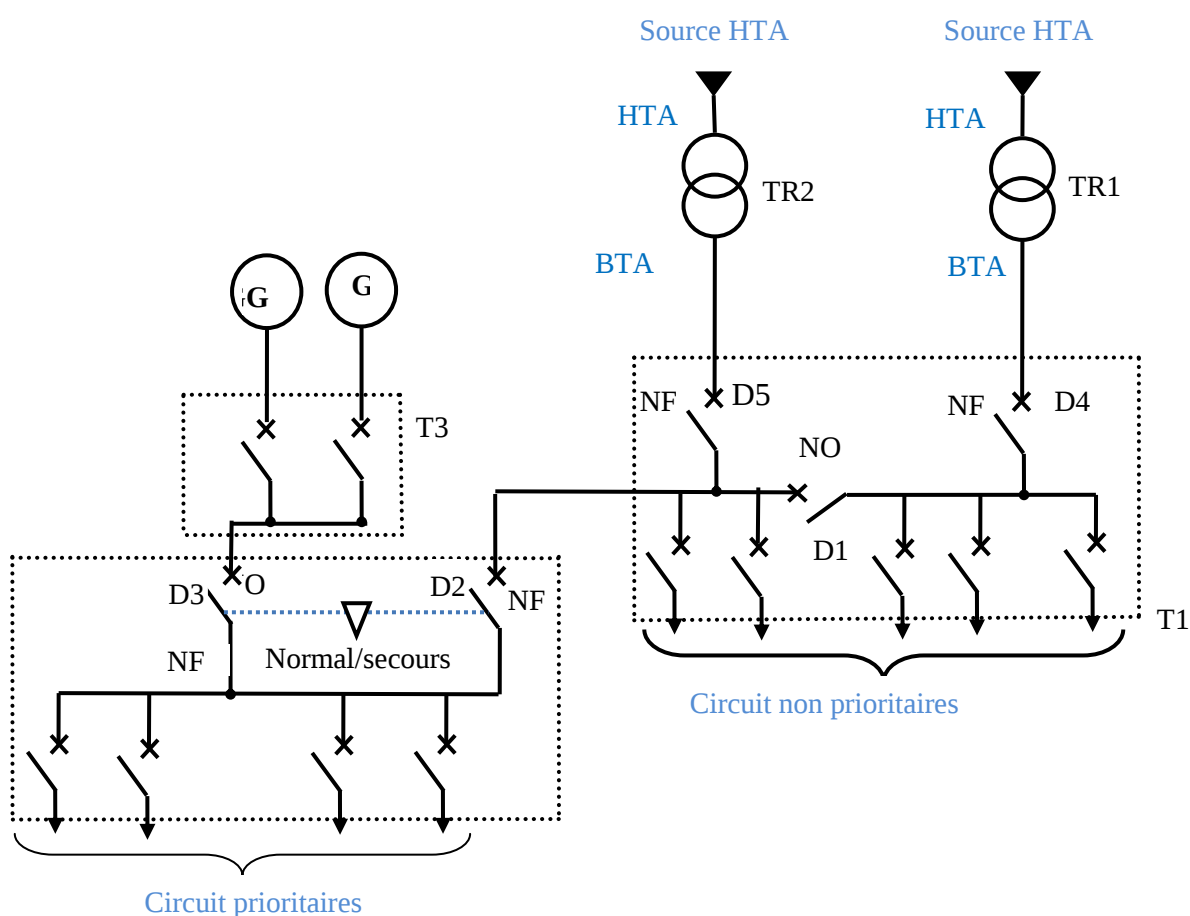


Figure. I.18. 2 transformateurs et 2 alternateurs

a) Fonctionnement [1] :

En fonctionnement normal, le disjoncteur de couplage D1 est ouvert et le dispositif normal/secours est sur la position D2 fermé et D3 ouvert. Le tableau T1 est alimenté par le transformateur TR2.

En cas de perte de la source 2 ou de panne sur TR2, le secours de T1 (et une partie de T2) est assuré prioritairement par le transformateur TR1, après fermeture du disjoncteur de couplage D1.

Les alternateurs ne sont mis en marche qu'après la perte des 2 sources principales d'alimentation ou du jeu de barres de T2.

Le déroulement des étapes de sauvegarde de l'alimentation des circuits prioritaires est identique au 1er exemple.

I.8. Conclusion :

Dans ce chapitre, nous avons présenté les caractéristiques et les différentes architectures du réseau (distribution) électrique industriel basse et moyenne tension, le poste de livraison HTA.

Le chapitre suivant sera consacré à la présentation de la nouvelle unité de production et bilan de puissance.

Chapitre II :

*Présentation de nouvelle unité
de production et bilan de
puissance*

II.1. Introduction :

Dans ce chapitre, nous avons présenté la nouvelle unité de production et nous avons identifié en structurant l'organisation de l'atelier et son contenu, et étudier le bilan de puissance et différents facteurs.

La puissance électrique utilisé dans l'industrie correspond au travail que peut fournir un appareil électrique à chaque seconde, alors que la compensation de bilan de puissance améliorer la valeur de facteur de puissance.

II.2. Présentation de la nouvelle unité de production :

II.2.1. Description:

Notre unité de production adoptée est d'une superficie de 180000 m^2 avec une longueur 300 m et une largeur 600 m .Elle s'est composée de trois ateliers de production. Aussi, d'un hangar de stockage et deux petits blocs administratifs et un poste transformateur d'électricité, présentée en détail sur la figure (II.1).

II.2.1.1. Atelier N°01:

- L'atelier N°01 a les caractéristiques suivantes:
 - La ligne de production composé de :
 - Machine 01: 30kW
 - Machine 02: 22kW
 - Machine 03: 22kW
 - Machine 04: 22kW
 - Machine 05: 22kW
 - Machine 06: 30kW
 - Machine 07: 18.5kW
 - 100 lampes de 116W
 - 42 lampes de 58W
 - 15 prises de courants forces
 - 12 prises de courants monophasés

II.2.1.2. Atelier N°02:

- L'atelier N°02 a les caractéristiques suivantes:
 - La ligne de production composé de :

- Machine 8: 30kW
- Machine 9: 37kW
- Machine 10: 30kW
- 15 lampes de 116W
- 18 lampes de 58W
- 11 prises de courants forces
- 10 prises de courants monophasés

I.2.1.3. Atelier N°03 :

- L'atelier N°03 a les caractéristiques suivantes:
 - une seule machine de production
 - Machine 21: 37kW
 - 15 lampes de 116W
 - 9 lampes de 58W
 - 11 prises de courants forces
 - 10 prises de courants monophasés

I.1.1.4. Hangar de stockage :

- 80 lampes de 116W
- 3 prises de courants forces
- 3 prises de courants monophasés
- deux bureaux qui comprennent:
 - 02 Micro-ordinateurs
 - 02 Imprimantes
 - 08 prises de courants monophasés
 - 02 climatiseurs

I.1.1.5. Bloc administratif 1 :

Ce bloc administratif est composé de 12 bureaux chacun comprend:

- 22 Lampes 58W
- 12 Micro-ordinateurs
- 12 Imprimantes
- 48 prises de courants monophasés
- 12 climatiseurs

I.1.1.6. Bloc administratif 2 :

Ce bloc administratif est composé de 9 bureaux chacun comprend:

- 18 Lampes 58W
- 9 Micro-ordinateurs
- 9 Imprimantes
- 36 prises de courants monophasés
- 9 climatiseurs

II.2.2. Présentation du schéma d'alimentation :

L'alimentation est composée d'une seule source d'une ligne MTS (moyen tension souterraine) en double dérivation alimentant un poste de livraison HTA/BTA. La partie BTA est composée d'un tableau principal lié directement à la sortie du transformateur, à la sortie du tableau, il y a cinq départs BTA, chacun est composé de trois phase et un neutre. Le premier départ BTA alimente le bloc administratif 1 avec un câble en cuivre posé dans des caniveaux d'une longueur de 380 m. Le deuxième départ alimente le bloc administratif 2 avec un câble en cuivre posé aussi dans des caniveaux d'une longueur de 280 m. Tandis que le troisième départ alimente l'atelier N°01, avec un câble en cuivre posé dans des caniveaux d'une longueur de 370 m. Le quatrième départ alimente l'atelier N°02 à l'aide d'un câble en cuivre posé aussi dans des caniveaux d'une longueur de 210 m, et enfin un cinquième départ alimente le hangar de stockage qui est en face du poste transformateur par un câble en cuivre posé dans un caniveau d'une longueur de 60 m. A la fin de chaque départ on trouve un tableau de distribution secondaire destiné à alimenter les différentes charges.

L'atelier N°03 est alimenté à partir du tableau secondaire de l'atelier N°02 comme indiqué dans la figure (II.2), à l'aide d'un câble cuivre posé sur des échelles perforées d'une longueur de 165 m.

Le tableau secondaire atelier 1 alimente les sept premières machines de 1 jusqu'à 7, par des câbles en cuivres posés sur des échelles perforés. La machine 1 alimenté d'un câble d'une longueur 30m, la machine 2 d'une longueur de 60 m, la machine 3 d'une longueur de 90 m, La machine 4 d'une longueur de 120 m, la machine 5 d'une longueur de 150 m, la machine 6 d'une longueur de 180 m, la machine 7 d'une longueur de 210 m. Les machines sont décalées les unes par rapport aux autres d'une longueur de 30 m. Ce tableau alimente aussi l'éclairage et les prises de courants monophasés et triphasés.

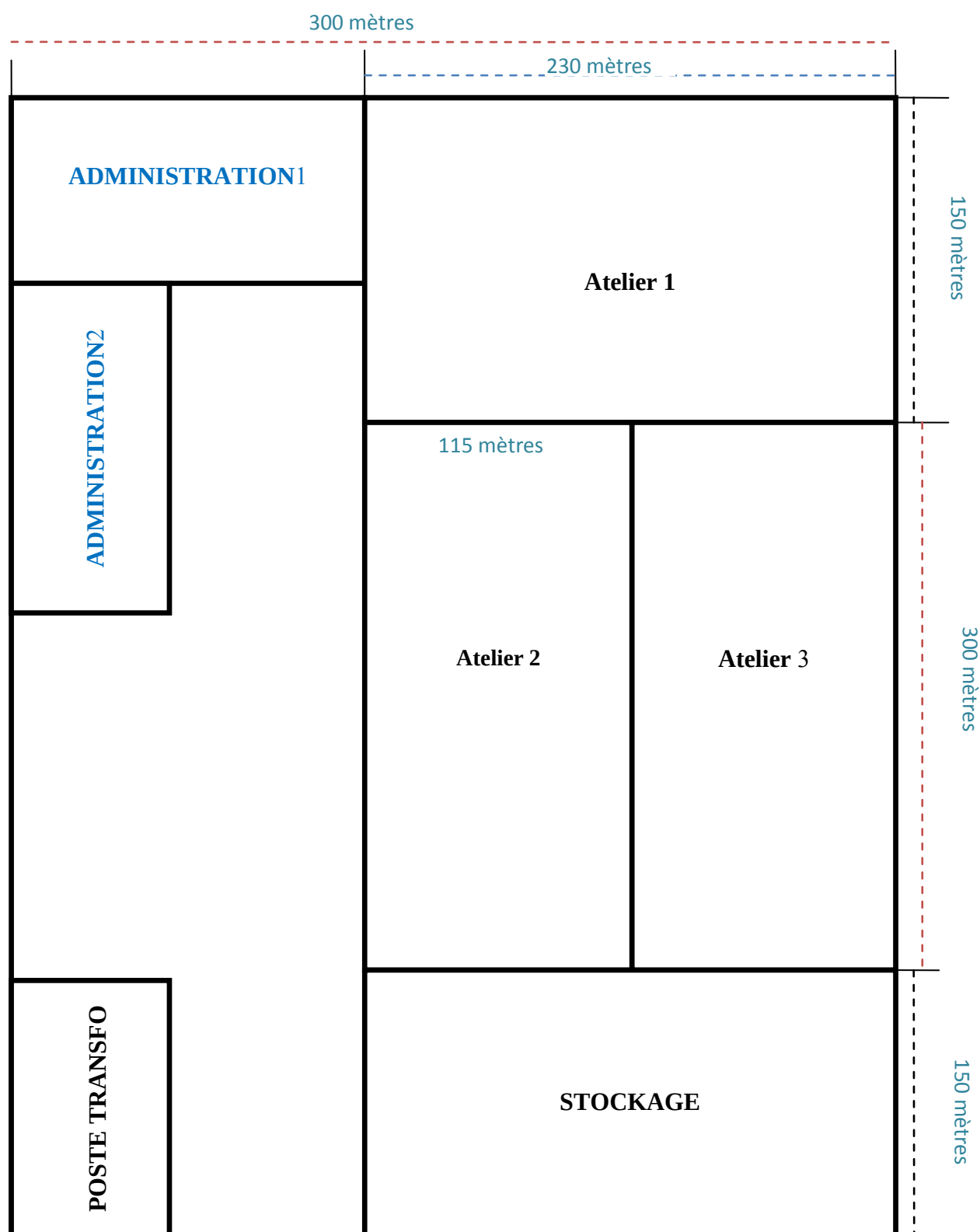


Figure. II.1. Plan de la nouvelle unité de production

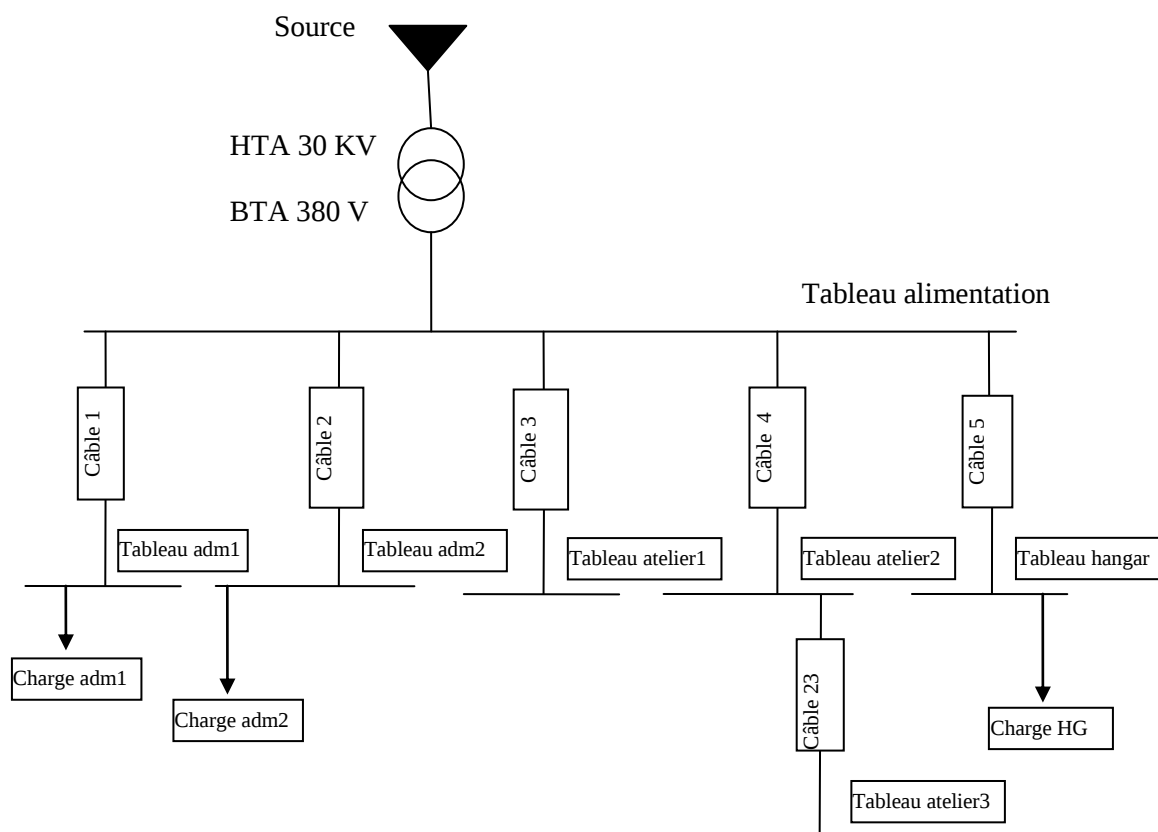


Figure. II.2. Schéma d'alimentation de la nouvelle unité de production

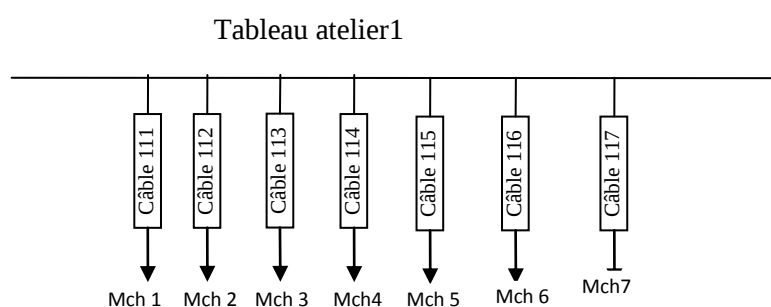


Figure II.3. Schéma d'alimentation de l'atelier 1

Le tableau secondaire atelier 2 alimente les trois machines de 8 jusqu'à 10, par des câbles en cuivres posés sur des échelles perforés. La machine 15 alimenté d'un câble d'une longueur 90 m, La machine 16 d'une longueur de 180 m, la machine 17 d'une longueur de 270 m. Les machines sont décalées les unes par rapport aux autres d'une longueur de 90 m. Comme il alimente l'éclairage et les prises des courants.

Le troisième tableau de l'atelier 3 alimente une seule machine 21 à travers un câble cuivre posé sur des échelles perforées d'une longueur 115ml, alimente aussi l'éclairage et les prises du courant monophasé et triphasé.

II.3.Méthodologies:

Le calcul du bilan de puissance d'une installation commence par la phase d'implantation des récepteurs permettant ainsi d'en optimiser leur nombre afin de réduire les coûts. On prendra soin de séparer le bilan de puissance en postes comme suit :

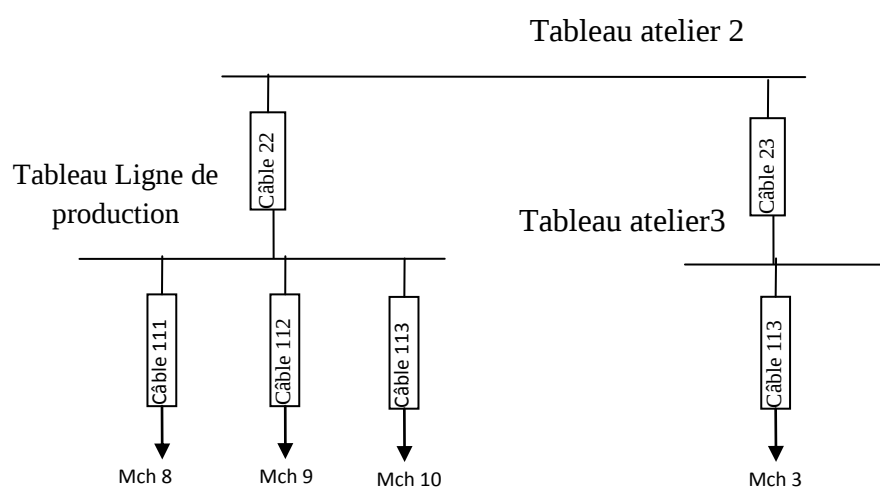


Figure II.4. Schéma d'alimentation de l'atelier 2

II.4. Les puissances:

II.4.1. Bilan de puissances :

Le bilan de puissance est un outil qui va permettre de dimensionner l'installation à partir de la définition des récepteurs. C'est la première étape essentielle de l'étude de conception d'un réseau électrique industriel. Elle doit cerner et localiser géographiquement les valeurs des puissances actives et réactives [9].

II.4.2. Détermination de la puissance :

La puissance d'une installation n'est pas la somme arithmétique de celle des récepteurs. Sa détermination nécessite de connaître la puissance et la localisation des récepteurs pour accéder à la puissance d'utilisation et à la détermination de la puissance du transformateur nécessaire [9].

On détermine elle permet [10] :

- l'approvisionnement d'une puissance demandée par SONEGAS.

- le dimensionnement des protections des différentes parties de l'installation électrique.
- le dimensionnement des différentes canalisations en fonction du courant permanent de la puissance maximale demandée et de la chute de tension autorisée.

II.4.2.1. Puissance installée P_n (KW):

La puissance active installée, dans une entreprise représente la somme des puissances actives nominales de tous les récepteurs. Cette puissance servira ensuite, au calcul des puissances réellement consommées et ce, en utilisant des facteurs d'utilisation et de simultanéité correspondant à chaque niveau de l'installation [9].

$$P_n = \sum P_{nom}(\text{Récepteur}) \quad (\text{II.1})$$

II.4.2.2. Puissance absorbée P_a (KVA) :

La puissance absorbée P_a par une charge (qui peut être un simple appareil) est obtenue à partir de sa puissance nominale.

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

$$P_a = \frac{P_{nom}(\text{Récepteur})}{\eta \cos(\varphi)} \quad (\text{II.2})$$

La puissance absorbée est souvent supposée être la somme arithmétique des puissances apparentes de chaque récepteur (cette sommation est exacte si toutes les charge sont 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 [11].

II.4.2.3. Puissance utilisée P_u (KVA):

La partie de la puissance nominale réellement utilisable, est appelée puissance utilisée. En effet tous les récepteurs ne sont pas toujours utilisés à leur puissance maximale.

Son estimation permet d'évaluer la puissance réellement utilisée. Néanmoins sa détermination nécessite la connaissance des trois facteurs suivants: d'utilisation **b** de simultanéité **c** et d'extension **d**(2,3) [10].

On peut dire alors que [10] :

$$P_u(\text{KVA}) = P_a \times b \quad (\text{II.3})$$

➤ **Le Facteur a :**

Ce facteur tient compte du facteur de puissance et du rendement des récepteurs:

$$a = \frac{1}{r \cos \varphi} \quad (\text{II.4})$$

r : rendement ;

Pour les appareils de chauffage par résistance, $a = 1$, pour les autres appareils est déterminé avec les indications des constructeurs [16].

➤ **Facteur d'utilisation b :**

Il traduit le fait que le régime de fonctionnement d'un récepteur peut être inférieur à la puissance nominale. Il s'applique individuellement à chaque récepteur (circuits terminaux).

Tableau. II.1. Facteur d'utilisation [9]

Utilisation	B
Force motrice	0,75 à 1
Eclairage	1
Chauffage	1
Ventilation	1
PC	1

➤ **Facteur de simultanéité c :**

La détermination des facteurs de simultanéité nécessite la connaissance détaillée de l'installation considérée et l'expérience des conditions d'exploitation, notamment pour les moteurs et les prises de courant.

On ne peut donc pas donner des valeurs précises applicables à tous les cas. Les normes NF C 14-100, NF C 63- 410 et le guide UTEC 15-105 donnent des indications sur ce facteur [9].

Tableau. II.2. Facteur de simultanéité selon le nombre de récepteurs.

Nombres de récepteurs	Facteurs de simultanéité c
1 à 3	0.9
4 à 5	0.8
5 à 9	0.7
10 et plus	0.6

Pour les circuits de prises de courant le facteur de simultanéité est calculé par la formule (II.4) [12], [10].

$$c = 0.1 + \frac{0.9}{n} \quad (\text{II.5})$$

n : nombre de prises de courant alimentées par le même circuit

➤ **Facteur d'extension d:**

Le rôle du facteur d'extension, également appelé facteur de réserve, est de prévoir une augmentation de la puissance absorbée. Le coefficient varie de 1 à 1,3 [12].

La valeur du facteur d doit être estimée suivant les conditions prévisibles d'évolution de l'installation ; il est au moins égal à 1.

A défaut de précision, la valeur 1,2 est souvent utilisée [9].

➤ **Facteur de conversion des puissances en intensités e :**

Le facteur de conversion de la puissance exprimée en KW ou en KVA, en intensité exprimée en ampères [16].

- e = 7,7 en monophasé 130V
- e = 4,16 en monophasé 240 V
- e = 2,4 en triphasé 240 V
- e = 1,4 en triphasé 400 V

Ces valeurs sont calculées selon la relation :

$$e = \frac{p}{u} \quad (\text{II.6})$$

p : puissance ;

u : tension ;

II.4.2.4. Puissance foisonnée Pf (KVA):

La puissance foisonnée PF d'une distribution est égale à la somme des puissances absorbées et valorisées par le facteur suivant [11] :

$$PF = c \times P_U = c \times b \times d \times P_a \quad (\text{II.7})$$

c : facteur de simultanéité;

b : facteur d'utilisation;

d : facteur d'extension;

Il traduit le fait :

- qu'un ensemble de récepteurs ne soit pas utilisé en même temps.
- Il s'applique à chaque regroupement de récepteurs (distributions ou tableaux divisionnaires)
- prévoir des extensions dans l'avenir.

II.5. Conclusion :

A travers ce chapitre nous avons présenté la nouvelle unité de production qui est composée de trois ateliers de production, deux blocs administratifs et un hangar de stockage. Nous avons montré aussi comment établir un bilan de puissance.

Dans le chapitre suivant, nous allons voir comment faire le dimensionnement d'une installation électrique industrielle.

Chapitre III :

*Dimensionnement et choix des
éléments de l'installation*

III.1. Introduction :

Dans ce chapitre nous allons voir comment faire le dimensionnement et choix des éléments de l'installation électrique basse tension.

Cette étude nécessite les éléments suivants:

- ✓ choix de la section des câbles
- ✓ courant d'emploi I_B
- ✓ courant admissible I_Z
- ✓ section d'une canalisation BT
- ✓ déterminations des sections de conducteurs et des conducteurs de liaison équipotentielle
- ✓ vérification de la Chute de tension
- ✓ choix du dispositif de protection

III.2. Calcul et choix de la section des câbles :

III.2.1. Choix de la section des câbles :

III.2.1.1. Définition des câbles [13] :

- **Conducteur isolé** : un conducteur isolé est un ensemble constitué:
 - ✓ Une âme conductrice
 - ✓ Une enveloppe insolente
 - ✓ Ses écrans éventuels
- **Câble** : un câble électrique est un ensemble constitué :
 - ✓ Des conducteurs isolés
 - ✓ Une protection d'assemblage
 - ✓ Un ou plusieurs revêtements ou gains de protection

Chaque conducteur isolé est repéré par un code de couleur :



Figure III.1. Les codes de couleur [13]

Exemple:

1 : Ame en Cu nu massif

- 2 : Ruban séparateur
- 3 : Enveloppe isolante (Polyéthylène Réticulé)
- 4 : Gaine de bourrage
- 5 : Gaine de protection

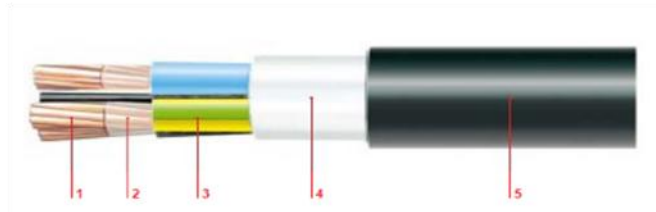


Figure. III.2.câbleU000RV [13]

III.2.1.2. Types des câbles :

1) Câble unipolaire :

Un câble unipolaire est un conducteur isolé comporte en plus une ou plusieurs gaines de protection, la différence avec un conducteur c'est que il assure une protection contre les agressions externe au câble (écrasement, choc, produit chimique) et aussi le refroidissement des câbles unipolaire est meilleur [13].

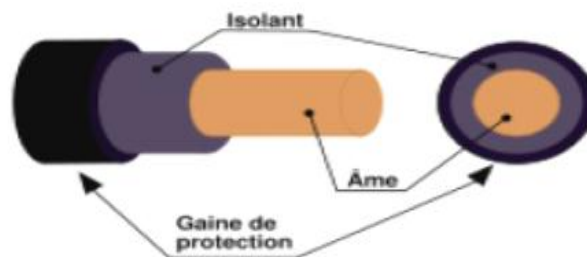


Figure. III.3. Câble unipolaire

2) Câble multipolaire :

C'est un ensemble de conducteurs électriquement différents mais comportant une protection commune [13].

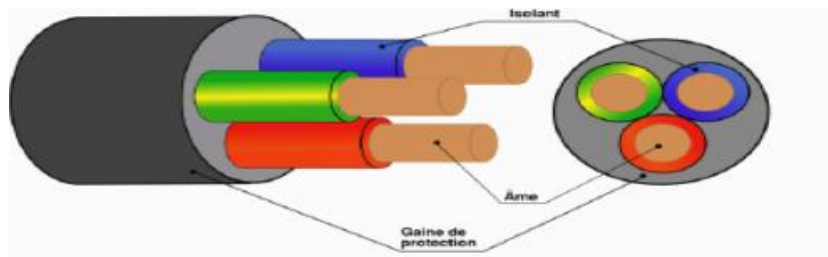


Figure. III.4. Câble multipolaire

III.2.1.3. Principe de la méthode de calcul :

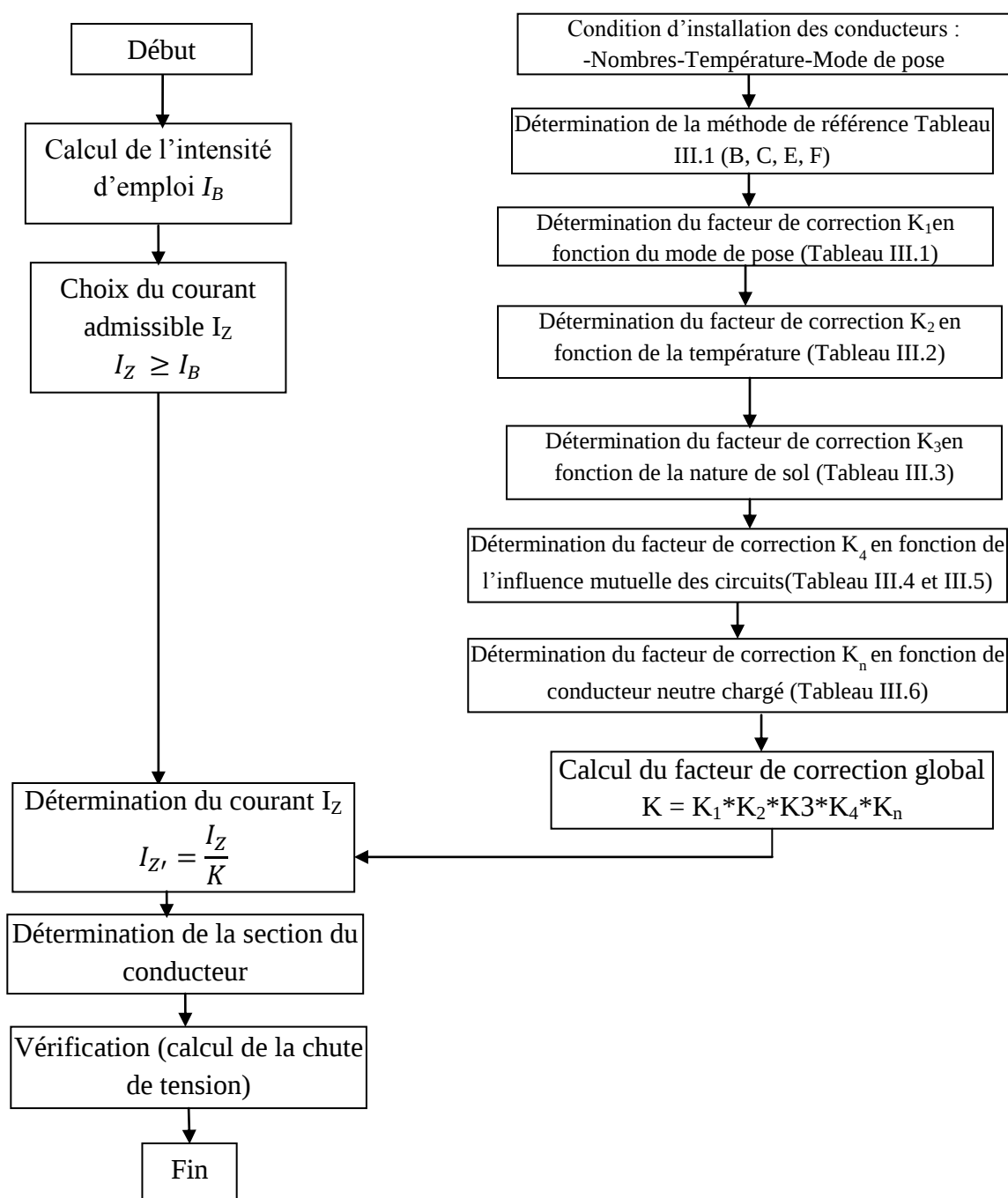


Figure. III.5. Détermination pratique de la section d'une canalisation

Afin de pouvoir arriver à calculer la section des canalisations on doit suivre les étapes suivantes :

- Détermination du courant d'emploi maximal (I_B) et le normalisé
- Détermination du courant admissible dans des canalisations (courant fictif)
- Déduire la section de conducteur
- Valider cette section par un calcul de la chute de tension

- Choix de protection.

III.2.2. Détermination de la section des câbles:

Les câbles doivent assurer le transit de l'intensité du courant dans les conditions normales sans échauffement de l'âme conductrice et doivent supporter l'intensité du courant de court-circuit pendant une durée déterminée [3].

III.2.2.1. 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 et corrigé selon plusieurs facteurs [16].

- Au niveau des circuits terminaux, c'est le courant qui correspond à la puissance apparente des récepteurs.
- Au niveau des circuits de distribution, c'est le courant correspondant à la puissance d'utilisation laquelle tient compte des coefficients de simultanéité et d'utilisation.

Le courant d'emploi est calculé à l'aide de la formule pratique suivante:

$$I_B = P \times a \times b \times c \times d \times e \quad (\text{III.1})$$

a: Facteur tenant compte du facteur de puissance et du rendement des récepteurs.

b: Facteur d'utilisation des appareils.

c: Facteur de simultanéité.

d: Facteur tenant compte des prévisions d'extension.

e: Facteur de conversion des puissances en intensités.

III.2.2.2. Courant admissible I_Z :

1) Canalisation protégée :

C'est le courant maximal que la canalisation peut véhiculer en permanence sans préjudice pour sa durée de vie [17].

Ce courant dépend, pour une section donnée, de plusieurs paramètres :

- constitution du câble ou de la canalisation (en cuivre ou en aluminium, isolation PVC ou PR, nombre de conducteurs actifs),
- température ambiante,
- mode de pose,
- Influence des circuits voisins (appelé effet de proximité)

Le courant admissible dans la canalisation dépendra, dans un premier temps, du dispositif de protection:

$$I_Z = K \times I_n \quad (\text{III.2})$$

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

- I_n : Courant nominal ou de réglage de la protection.
- K : Facteur de correction global qui caractérise l'influence des différentes conditions d'installation qui égale au produit des facteurs de correction

$$K = K_1 \times K_2 \times K_3 \times K_4 \times K_n \quad (\text{III.4})$$

2) Canalisations non protégées :

Lorsque la canalisation n'est pas protégée contre les surcharges, on prend le courant admissible égal le courant d'emploi [17] :

$$I_Z = I_B \quad (\text{III.5})$$

III.2.2.3. Courant admissible fictif :

C'est le courant admissible dans la canalisation en fonction des influences extérieures .On l'appelle le courant fictif. On le détermine en effectuant le calcul [17] :

$$I_{Z'} = \frac{I_Z}{K} \quad (\text{III.6})$$

a. Détermination de la lettre de sélection :

La lettre de sélection de B à F dépend du conducteur utilisé et de son mode de pose, les modes de pose sont très nombreux voir le tableau (III.1).

La norme NFC 15 – 100 les a groupés en méthodes de référence et ils sont désignés par une lettre de sélection [3].

b. Détermination le facteur K :

- **Influence du mode de pose « k_1 » :**

Les principaux modes de pose utilisés dans les réseaux industriels sont indiqués [1] :

- Son numéro et sa lettre de sélection associés
- Les facteurs de correction à appliquer.

Tableau. III.1. Lettre de sélection et facteur de correction de mode de pose « k_1 »

Type d'éléments Conducteurs	Mode de pose	Lettre	K_1
Conducteurs et câbles multiconducteurs	Dans des caniveaux ouverts ou ventilés	B	1
	Dans des vides de construction ou caniveaux fermés ou faux-plafonds.		0.95
	Dans des goulottes		0.9
	Dans des conduits dans des vides		0.86
	Fixés sur un mur	C	5
	Fixés à un plafond		1
	Sur chemin de câbles ou tablettes non perforées		0.95
câbles multiconducteurs	Sur chemin de câbles ou tablettes non perforées	E.F	1
	Sur des corbeaux		1
	Sur des échelles à câbles		1
Câbles mono ou multiconducteurs	Dans des conduits ou dans des conduits profilés enterrés	D	0.8
	Enterré		1

➤ **Influence de la température « k_2 » :**

$$k_2 = \sqrt{\frac{\theta_p - \theta_0}{\theta_p - \theta_1}} \quad (\text{III.7})$$

Tableau. III.2. Facteurs de correction k_2 (influence de la température) [1]

	Canalisations entrées $\theta_1=20^\circ\text{C}$		Canalisations non entrées $\theta_1=30^\circ\text{C}$		
	PVC $\theta_p=70^\circ\text{C}$	PR et EPR $\theta_p=90^\circ\text{C}$	Caoutchouc $\theta_p=60^\circ\text{C}$	PVC $\theta_p=70^\circ\text{C}$	PR et EPR $\theta_p=90^\circ\text{C}$
10	1,10	1,07	1,29	1,22	1,15
15	1,05	1,04	1,22	1,17	1,12
20	-	-	1,15	1,12	1,08
25	0,95	0,96	1,07	1,06	1,04
30	0,89	0,93			
35	0,84	0,89	0,93	0,94	0,96
40	0,77	0,85	0,82	0,87	0,91
45	0,71	0,8	0,71	0,79	0,87
50	0,63	0,76	0,58	0,71	0,82
55	0,55	0,71	-	0,61	0,76
60	0,45	0,65	-	0,50	0,71
65	-	0,60	-	-	0,65
70	-	0,53	-	-	0,58
75	-	0,46	-	-	0,50
80	-	0,38	-	-	0,41

$$k_2 = \sqrt{\frac{70-10}{70-20}} = 1.09 \cong 1.10$$

$$\theta_p = 70; \theta_0 = 10; \theta_1 = 20;$$

➤ **Influence de la nature du sol « k₃ » :**

La résistivité thermique du sol dépend de la nature et de l'humidité du terrain. Le facteur de correction à appliquer selon la résistivité du sol est donné par le tableau :

Tableau.III.3.Facteurs de correction k₃ (influence de la nature du sol) [1]

Résistivité thermique du terrain Km/W	Facteur de correction	Observation		
		Humidité	Nature du terrain	
0,40	1,25	Pose immergée	Marécages Sable	Argile et calcaire
0,50	1,21	Terrain très humide		
0,70	1,13	Terrain humide		
0,85	1,05	Terrain dit normal		
1,00	1,00	Terrain sec		Cendres et mâchefer
1,20	0,94			
1,5	0,86	Terrain sec		
2,00	0,76			
2,50	0,70			
3,00	0,65			

➤ **Influence mutuelle des circuits « k₄ » :**

1) Les câbles disposés horizontalement (jointifs) « k₄₁ » :

Lorsque la distance horizontale entre câbles voisins est supérieure à deux fois leur diamètre extérieur, aucun facteur de réduction n'est nécessaire [1].

Tableau.III.4. Facteurs de correction k₄₁ (influence de la disposition horizontale)

Lettre de sélection		Nombre de câble multiconducteurs ou groupes de câble non-conducteurs Jointifs											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	12	16	20
B,C,F		1,00	0,80	0,70	0,65	0,60	0,55	0,55	0,50	0,50	0,45	0,40	0,40
C	Murs	1,00	0,85	0,79	0,75	0,73	0,72	0,72	0,71	0,70	Pas de facteur de réduction supplémentaire		
	Plafond	1,00	0,85	0,76	0,72	0,69	0,67	0,66	0,65	0,64			
E, F	Tablettes	1,00	0,88	0,82	0,77	0,75	0,73	0,73	0,72	0,72			
	Echelles	1,00	0,88	0,82	0,80	0,80	0,79	0,79	0,78	0,78			



Figure III.6. Exemple de quatre câbles jointifs

2) Les câbles disposés en plusieurs couches « k_{42} » :

Lorsque les câbles sont disposés en plusieurs couches, les facteurs de correction doivent être appliqués [1].



Figure. III.7. Exemple de trois couches de câble

Tableau. III.5. Facteurs de correction K_{42} (influence de la disposition de couche)

Nombres de couches	2	3	4 ou 5	6 à 8	9 et plus
Facteur de correction	0,80	0,73	0,70	0,68	0,66

$$k_4 = k_{41} \cdot k_{42} \quad (\text{III.8})$$

➤ Conducteur Neutre chargé « k_n » :

Le tableau III.6 donne une méthode directe comment déduire le coefficient k_n du neutre chargé.

Tableau. III.6. Facteur de correction k_n (conducteur Neutre chargé) [1]

I_{h3}	K_n	Conducteur neutre
$I_{h3} < 15\%$	1	$S_n = S_{ph}$ (Neutre non chargé (16%))
$15\% < I_h < 33\%$ Ou N'est pas défini	0,85	$S_n = S_{ph} = S_{pho} \times \frac{1}{0,84}$
$33\% < I_{h3}$	$\frac{0,84}{1,45}$	$I_n = 1,73$ fois le courant calculé Câble multipolaires : $S_n = S_{ph} = S_{pho} \times \frac{1,45}{0,84}$ Câble unipolaires : $S_n = S_{pho} \times \frac{1,45}{0,84}$, $S_{ph} = S_{pho} \times \frac{1}{0,84}$

III.3. Section d'une canalisation BT:

Les sections des conducteurs de circuits doivent être déterminées en fonction de courant admissible [1].

- PVC : Polychlorure de vinyle

- PR : Polyéthylène réticulé ou éthylène-propylène
- 2 : Circuits monophasés ou biphasés
- 3 : Circuits triphasés

Tableau. III.7.Détermination de la section d'un câble non enterrée

I ₀			Caoutchouc ou PVC			Butyle ou PR ou éthylène PR				
Lettre de sélection	B	PVC3	PVC2		PR3		PR2			
	C		PVC3		PVC2	PR3		PR2		
	E			PVC3		PVC2	PR3		PR2	
	F				PVC3		PVC2	PR3		PR2
Section cuivre (mm ²)	1.5	15.5	17.5	18.5	19.5	22	23	24	26	
	2.5	21	24	25	27	30	31	33	36	
	4	28	32	34	36	40	42	45	49	
	6	36	41	43	48	51	54	58	63	
	10	50	57	60	63	70	75	80	86	
	16	68	76	80	85	94	100	107	115	
	25	89	96	101	112	119	127	138	149	161
	35	110	119	126	138	147	158	169	185	200
	50	134	144	153	168	179	192	107	225	242
	70	171	184	196	213	229	246	268	289	310
	95	207	223	238	258	278	298	328	252	377
	120	239	259	276	299	322	346	382	410	437
	150		299	319	344	371	395	441	473	504
	185		341	364	392	424	450	506	542	575
	240		403	430	461	500	538	599	641	679
	300		464	497	530	576	621	693	741	783
	400					656	754	825		940
	500					749	868	946		1083
	630					855	1005	1008		1254
Section aluminium (mm ²)	2.5	16.5	18.5	19.5	21	23	25	26	28	
	4	22	25	26	28	31	33	35	38	
	6	28	32	33	36	39	43	45	49	
	10	39	44	46	49	54	59	62	67	
	16	53	59	61	66	73	79	84	91	
	25	70	73	78	83	90	98	101	108	121
	35	86	90	96	103	112	122	126	135	150
	50	104	110	117	125	136	149	154	164	184
	70	133	140	150	160	174	192	198	211	237
	95	161	170	183	195	211	235	241	257	289
	120	186	197	212	226	245	273	280	300	337
	150		227	245	261	283	316	324	346	389
	185		259	280	298	323	263	371	397	447
	240		305	330	352	382	430	439	470	530
	300		351	381	460	440	497	508	543	613
	400					526	600	663		740
	500					610	694	770		356
	630					711	808	899		996

Tableau. III.8. Détermination de la section d'un câble enterrée

I_0		Caoutchouc ou PVC		Butyle ou PR ou éthylène PR	
		3 Conducteurs	2 conducteurs	3 conducteurs	2 conducteurs
Section cuivre (mm²)	1.5	26	32	31	37
	2.5	34	42	41	48
	4	44	54	53	63
	6	56	67	66	80
	10	74	90	87	104
	16	96	116	113	136
	25	123	148	144	173
	35	147	178	174	208
	50	174	211	206	247
	70	216	261	254	304
	95	256	308	301	360
	120	290	351	343	410
	150	328	397	387	463
	185	367	445	434	518
	240	424	514	501	598
	300	480	581	565	677
Section aluminium (mm²)	10	57	68	67	80
	16	74	88	87	104
	25	94	114	111	133
	35	114	137	134	160
	20	134	161	160	188
	70	167	200	197	233
	95	197	237	234	275
	120	224	270	266	314
	150	254	304	300	359
	185	285	343	337	398
	240	328	396	388	458
	300	371	447	440	520

III.4. Déterminations des sections de conducteurs et des conducteurs de liaison équipotentielle :

III.4.1. Section du conducteur neutre [18] :

1. Le conducteur neutre peut avoir une section inférieure à celle des conducteurs de phase:

Dans le seul cas de circuits polyphasés dont les conducteurs de phase ont une section supérieure à 16 mm² en cuivre ou 25 mm² en aluminium et si le taux d'harmoniques de rang 3 et multiple de 3 ne dépasse pas 15% dans le conducteur de phase.

2. Le conducteur neutre doit avoir la même section que les conducteurs de phase :

- ✚ Dans les circuits monophasés à 2 conducteurs, quelle que soit la section des conducteurs.
- ✚ Dans les circuits polyphasés dont les conducteurs de phase ont une section au plus égale à 16 mm^2 en cuivre ou 25 mm^2 en aluminium si le taux d'harmoniques de rang 3 et multiple de 3 ne dépasse pas 33% dans le conducteur de phase. Dans ce cas, le conducteur neutre est considéré comme chargé, et un facteur de réduction de 0.84 doit être pris en compte.
- ✚ Dans les circuits polyphasés dont les conducteurs de phase ont une section supérieure à 16 mm^2 en cuivre ou 25 mm^2 en aluminium si le taux d'harmoniques de rang 3 et multiple de 3 est compris entre 15% et 33% dans les conducteurs de phase. Dans ce cas, le conducteur neutre est considéré comme chargé, et un facteur de réduction de 0.84 doit être pris en compte.

Ces taux d'harmoniques se rencontrent par exemple dans les circuits alimentant des luminaires à lampes à décharge dont les tubes fluorescents.

3. Le conducteur neutre doit avoir une section supérieure à celle des conducteurs de phase :

Dans les circuits polyphasés constitués de câbles multipolaires et lorsque le taux d'harmoniques de rang 3 et multiple de 3 dépasse 33%. Dans ce cas, le conducteur neutre est considéré comme chargé, et un facteur de réduction de 0.84 doit être pris en compte. De plus, la section déterminante est celle du neutre calculée pour un courant d'emploi pris égal à 1.45 fois le courant d'emploi dans la phase. Ces taux d'harmoniques se rencontrent par exemple dans les circuits dédiés à la bureautique et à l'informatique.

III.4.1.1. Sections des conducteurs de protection des masses basse tension(S_{PE}) :

La section des conducteurs de protection des masses basse tension doit être choisie conformément au tableau (III.10).

Les conducteurs de protection qui ne font pas partie de la canalisation d'alimentation doivent avoir une section d'au moins [19] :

- $2,5 \text{ mm}^2$ Cu ou 35 mm^2 Alu si les conducteurs de protection comportent une protection mécanique.
- 4 mm^2 Cu ou 35 mm^2 Alu si les conducteurs de protection ne comportent pas de protection mécanique.

Tableau. III.10.Section minimale du conducteur de protection liée à la section du conducteur de phase associé

section des conducteurs de phase de l'installation (mm ²)	section minimale des conducteurs de protection (mm ²)	
	Si le conducteur de protection est de même nature que le conducteur de phase	Si le conducteur de protection n'est pas de même nature que le conducteur de phase
$S \leq 16$ $16 < S \leq 35$ $S > 35$	S $16(*)$ $\frac{S}{2}$	$\frac{H_1}{H_2} \times S$ $\frac{H_1}{H_2} \times 16$ $\frac{H_1}{H_2} \times \frac{S}{2}$
(*)Pour le conducteur P _{EN} , une réduction de section n'est permise que conformément aux règles du dimensionnement du conducteur neutre de la partie 5-52 de la NF C 15-100. H ₁ est la valeur de H du conducteur de phase choisi dans le tableau III.9. H ₂ est la valeur de H du conducteur de protection choisi dans le tableau III.9.		

III.4.2. Section des conducteurs d'équipotentialité:

III.4.2.1. Conducteur d'équipotentialité principale:

Sa section doit être au moins égale à la moitié de la section du plus grand conducteur de protection de l'installation, avec un minimum de 6 mm². Toutefois, elle peut être limitée à 25 mm² pour le cuivre ou 35 mm² pour l'aluminium [1].

III.6. Vérification de la Chute de tension :

L'impédance d'un câble est faible mais non nulle, lorsqu'il est traversé par le courant de service, il y a chute de tension entre son origine et son extrémité [16].

La norme NFC15-100 impose que la chute de tension entre l'origine de l'installation BT et tout point d'utilisation n'excède pas les valeurs indiquées dans le Tableau (III.11).

Tableau. III.11.Valeurs limites admise de chute de tension

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

Cette chute de tension s'entend en service normal (en dehors des appels de courant au démarrage des moteurs) et lorsque les appareils susceptibles de fonctionner simultanément sont alimentés.

Il est recommandé de ne pas atteindre la chute de tension maximale autorisée pour les raisons suivantes :

- ✓ Le bon fonctionnement des moteurs est garanti pour leur tension nominale (plus ou moins 5 % en régime permanent).
- ✓ La chute de tension peut être importante lors du démarrage d'un moteur (si l'intensité de démarrage est importante).
- ✓ La chute de tension est synonyme de pertes en ligne, ce qui va à l'encontre des économies d'énergie.

Le tableau ci-dessous donne la chute de tension par km de câbles pour un courant de 1A en fonction :

- Du type d'utilisation:

$$\text{Force motrice } \cos\varphi = 0.8$$

Ou

$$\text{Éclairage } \cos\varphi = 1$$

- Du type de câble monophasé ou triphasé.

Lorsque la chute de tension est supérieure aux valeurs du tableau ci-dessus, il sera nécessaire d'augmenter la section de certains circuits jusqu'à ce que l'on arrive à des valeurs inférieures à ces limites.

Tableau III.12. Formules du calcul de la chute de tension [4]

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

U_n : Tension nominale entre phases.

$$U_n = 3V_n \quad (\text{III.9})$$

V_n : Tension nominale entre phase et neutre.

R : Résistance linéique d'un conducteur en Ω/km :

- Pour le cuivre $R = 22,5 \Omega/\text{km} / S$ (section en mm^2)
- pour l'aluminium $R = 36 \Omega/\text{km} / S$ (section en mm^2).

R est négligeable au-delà d'une section de 500 mm^2 .

X : Réactance linéique d'un conducteur en Ω/km . X est négligeable pour les câbles de section $< 50 \text{ mm}^2$. En l'absence d'autre indication, on prendra $X = 0,08 \Omega/\text{km}$.

cos φ : Facteur de puissance ; en l'absence d'indication précise on peut prendre $\cos\varphi 0,8$ ($\sin\varphi = 0,6$).

Tableau. III.13. Valeur de résistance et réactance du câble BT [1]

$R = \rho \times \frac{l}{S}$	Résistance de ligne avec ρ résistivité du conducteur en service normal $\rho = 22,5 \Omega \text{mm}^2 / \text{km}$ pour le cuivre $\rho = 36 \Omega \text{mm}^2 / \text{km}$ pour aluminium		
$X = \lambda \cdot l$	Réactance de la ligne avec λ réactance linéique des conducteurs		
	$\lambda = 0,08 \times 10^{-3} \Omega/\text{m}$	pour les câbles tripolaires	
	$\lambda = 0,09 \times 10^{-3} \Omega/\text{m}$	pour les câbles unipolaires serrés en nappe	
		pour les câbles unipolaires serrés en triangle	
	$\lambda = 0,15 \times 10^{-3} \Omega/\text{m}$	pour les câbles unipolaires espacés	

ρ_1 : Résistivité des conducteurs en service normal, prise égale à la résistivité à la température en service normal, soit 1,25 fois la résistivité à 20°C , soit $0,023 \Omega \text{mm}^2/\text{m}$ pour le cuivre et $0,036 \Omega \text{mm}^2/\text{m}$ pour l'aluminium.

L : Longueur simple de la canalisation en mètres,

S : Section des conducteurs, en mm^2

λ : Réactance linéique des conducteurs, en Ω/m

III.7. Choix du dispositif de protection :

Le rôle de la protection électrique est d'éviter ou de limiter les conséquences destructives et dangereuses des surintensités ou des défauts d'isolement, et pour assurer cette protection on doit protéger l'installation contre :

- ✓ les courants de surcharge : cela correspond à un courant excessif circulant dans une installation saine (sans défaut).
- ✓ les courants de court-circuit, dus, par exemple, à la rupture d'un isolant entre phases ou entre phase et neutre

La protection dans ces deux cas est assurée par un disjoncteur ou un appareillage à fusible installé en amont dans le tableau de distribution [16].

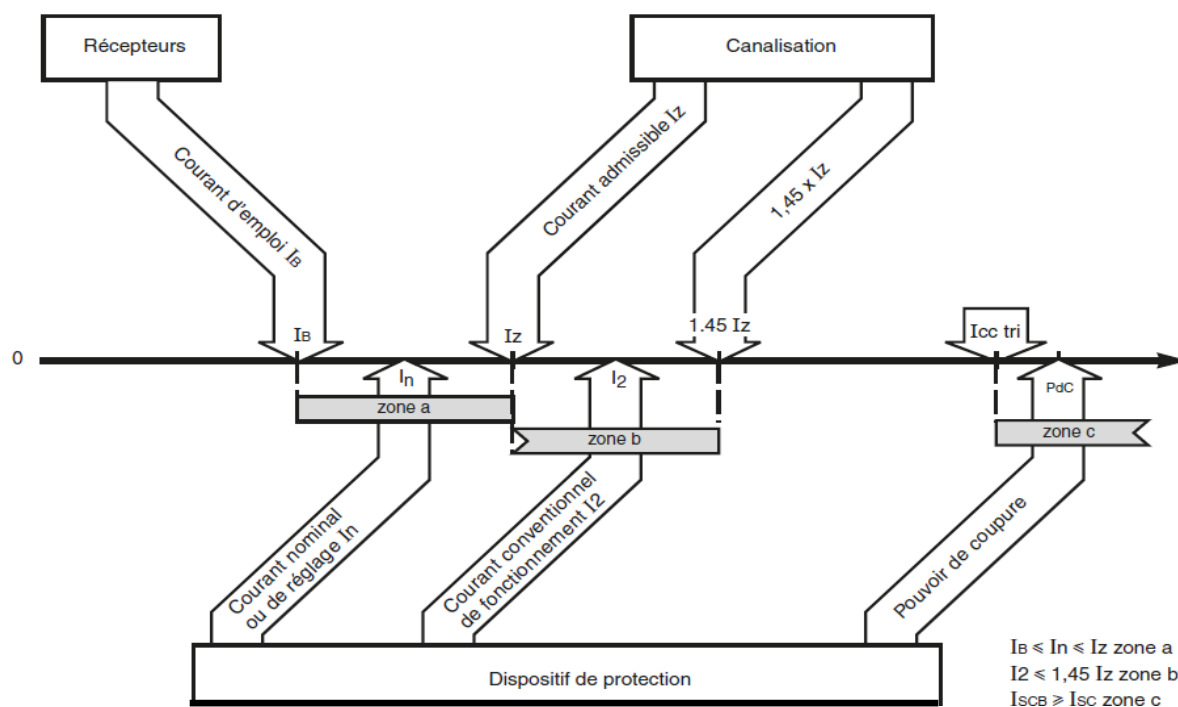


Figure. III.8. Les courants d'une canalisation [12]

III.7.1 Protection par disjoncteur [6] :

A) Définition

Un disjoncteur est un appareil de connexion électrique capable d'établir, de supporter et d'interrompre des courants dans les conditions normales du circuit, ainsi que d'établir, de supporter pendant une durée spécifiée et d'interrompre des courants dans des conditions anormales spécifiées telles que celles du court-circuit ou de la surcharge.

B) Caractéristiques de disjoncteur

1) **Tension assignée d'emploi U_n** : C'est la tension pour laquelle le disjoncteur a été conçu pour fonctionner dans des conditions normales de performances.

2) Courant d'emploi I_B : C'est la valeur maximale de courant qu'un disjoncteur équipé d'un déclencheur de protection contre les surintensités spécifié peut conduire indéfiniment pour une température ambiante spécifiée par le constructeur, sans avoir un échauffement excessif (hors de limites spécifiées) des parties conductrices.

3) les courants nominaux ou de réglage I_n : Les disjoncteurs de type industriel sont équipés de déclencheurs interchangeables. De plus, afin d'adapter un disjoncteur aux caractéristiques du circuit qu'il protège, et d'éviter le surdimensionnement des conducteurs, le déclencheur est généralement réglable.

4) Le courant de déclenchement I_2 : Le rôle des déclencheurs de court-circuit (magnétique ou Court retard) est de provoquer l'ouverture rapide du disjoncteur pour les fortes surintensités. Leur seuil de fonctionnement.

$$\checkmark \quad I_B \leq I_n \quad \text{ou} \quad I_r \quad (III.10)$$

$$\checkmark \quad I_n \quad \text{ou} \quad I_r \leq I_Z \quad (III.11)$$

Protection	Courant de déclenchement
Disjoncteur domestique	$I_d = 1.45 \times I_n$
Disjoncteur industriel	$I_d = 1.30 \times I_n$
Fusible	$I_d = I_f \times I_n$ avec $I_f = 1.6 \text{ à } 1.9$ selon les fusibles

III.7.2. Protection par fusible [6] :

A) Définition

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

B) Caractéristiques

1) Courant nominal ou calibre d'une cartouche fusible I_n : C'est le calibre du fusible.

2) Tension nominale d'une cartouche fusible U_n : C'est la tension maximale pour laquelle le fusible peut être utilisé (250, 400, 500 ou 600V). Il existe des fusibles pour la haute tension.

3) Courant de fusion I_f : C'est la valeur spécifiée du courant qui provoque la fusion de la cartouche avant la fin du temps conventionnel.

4) Courant de non fusion I_{nf} : C'est la valeur du courant qui peut être supporté par le fusible pendant un temps conventionnel sans fondre.

5) Pouvoir de coupure d'une cartouche fusible P_{dc} : C'est le courant maximal qu'un fusible peut couper sans que la tension de rétablissement ne provoque un réamorçage de l'arc. Les fusibles possèdent de très hauts pouvoirs de coupure (de 80 à 170 kA).

Tableau.III.14. le courant de la canalisation dans les conditions standards [11]

Protégé par fusible	Protégé par un disjoncteur
$I_n \leq 10 A \quad I_a = 1.31 \times I_n$ $10 A < I_n \leq 25 \quad I_a = 1.21 \times I_n$ $I_n > 25 A \quad I_a = 1.1 \times I_n$	$I_a = I_n$

III.8. Exemple de calcul de la section du câble:

Un réseau triphasé 220/380 V, en câble cuivre multiconducteurs dans un conduit enterré à 25°C, dans un terrain normale, isolé en PVC de longueur 330 m alimente une usine BT de puissance 250 kW et le rendement $\eta = 97\%$ (Nous notons un coefficient de simultanéité ($Ku = 0.4$)).

Schéma de liaison de terre TN-S, la protection réseau est assuré par disjoncteur.

- Déterminer la section.
- Du câble BT destiné à équiper le départ, si on admet une chute de tension autorisée est de 6% et facteur de puissance $F.P=0.89$.
- Des conducteurs neutres et protection.
- Si la chute de tension est limitée à 5% quel sera la section du câble.

Solution :

Section minimal de phase :

- La puissance l'usine est de : $P = 250 kW$
- Le courant maximal d'emploi « I_B » :

$$I_B = \frac{P}{\sqrt{3} \times U} \times a \times b \times c \times d$$

Facteur tenant compte du facteur de puissance et du rendement « a » :

$$a = \frac{1}{\eta \cos \varphi} = \frac{1}{0.97 \times 0.89} = 1.158$$

Facteur d'utilisation des appareils « b » : $b = 1$

Facteur de simultanéité « c » : $c = 0.4$

Facteur tenant compte des prévisions d'extension « d » : $d = 1$

$$I_B = \frac{250 \times 10^3}{\sqrt{3} \times 380} \times 1.15 \times 0.3 = 174.72 \approx 175$$

Choix du dispositif de protection :

Le courant nominal doit vérifier la condition $I_n \geq I_b$

On choisit le courant $I_n = 250 \text{ A}$

Le calibre disjoncteur est 250 A Si le disjoncteur est réglable $I_r = 210 \text{ A}$

- Le courant maximal admissible par la canalisation I_z
- D'après les données de l'exemple on peut déduire :
 - D'après le tableau III.1, pour la disposition horizontale $K_1 = 1$
 - L'influence de température : D'après le tableau III.2., pour un câble enterré à 25°C, avec un isolant PVC, $K_2 = 1.5$
 - L'influence de la nature de sol : D'après le tableau III.3, pour un Terrain Normal $K_3 = 0.70$
 - D'après le tableau III.5, pour la disposition verticale $K_4 = 0.73$
 - L'influence de l'harmonique : D'après le tableau III.6, pour I_{h3} non défini en a $K_n = 0.85$

Donc:

$$K = K_1 \times \dots \times K_4 = 1 \times 0.73 \times 1.5 \times 0.7 \times 0.85 = 0.6515$$

Le courant équivalent que la canalisation doit pouvoir véhiculer dans la condition standards d'installation est :

$$I_0 = \frac{I_a}{K} = \frac{210}{1.544} = 322.33 \text{ A}$$

Détermination de la section minimale d'une canalisation entrée (Tableau.III.7)

La sélection dans le tableau conducteur en cuivre et isolant PVC, $I_0 = 322.33 \text{ A}$

Donne une section minimale : $S = 150 \text{ mm}^2$

Vérification de la chute de tension :

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

$$\rho = 22.5 \times 10^{-3} \Omega \times mm^2 \times m^{-1}$$

$$R = \rho \frac{l}{S} = 22.5 \times 10^{-3} \times \frac{330}{150} = 0.0495 \Omega, X = \lambda \times l = 0.08 \times 10^{-3} \times 330 = 0.026 \Omega$$

$$\Delta U = \sqrt{3} \times 175 \times (0.0618 \times 0.89 + 0.026 \times 0.455) = 16.94 V$$

$$\frac{\Delta U}{U} = \frac{16.94}{380} = 0.0446 = 4.46 \% < 5 \%$$

Section du conducteur neutre et protection :

- S_N : cuivre $S_{ph} = 150 mm^2 > 16 mm^2$ et I_{h3} non défini donc

$$S_N = S_{ph} = 150 mm^2$$

- $S_{PE}: S_{ph} > 35 mm^2 \implies S_{PE} = \frac{S_{ph}}{2} = \frac{150}{2} = 75 mm^2$
- section normalisé $S_{PE} = 95 mm^2$

Chute de tension limitée à 4 % :

La chute de tension $4.46 > 4\%$ on passe à la section supérieure $S = 185 mm^2$

Vérification la chute de tension :

$$R = \rho \frac{l}{S} = 22.5 \times 10^{-3} \times \frac{330}{185} = 0.0401 \Omega, X = \lambda \times l = 0.08 \times 10^{-3} \times 330 = 0.026 \Omega$$

$$\Delta U = \sqrt{3} \times 175 \times (0.0401 \times 0.89 + 0.026 \times 0.455) = 14.32 V$$

$$\frac{\Delta U}{U} = \frac{14.32}{380} = 0.0445 = 3.77 \%$$

Section du conducteur :

- S_N : cuivre $S_{ph} = 185 mm^2 > 16 mm^2$ et I_{h3} non défini donc

$$S_N = S_{ph} = 185 mm^2$$

- $S_{PE}: S_{ph} > 35 mm^2 \implies S_{PE} = \frac{S_{ph}}{2} = \frac{185}{2} = 95 mm^2$
- section normalisé $S_{PE} = 95 mm^2$

III.9. Conclusion :

Ce chapitre contient les étapes de calcul de la section des câbles, en tien en compte les contraintes thermiques et les contraintes de la chute de tension. Il contient aussi le calcul de la section du câble du neutre et le câble de la protection. Nous avons aussi montré comment choisir les équipements de protections (disjoncteur ou fusible). A la fin de ce chapitre, nous avons concrétisé notre travail par un exemple qui illustre la méthode de calcul des sections des câbles.

Dans le chapitre suivant on va voir une simulation d'un cas réel en utilisant le logiciel ECODIAL.

Chapitre IV :
Simulation en utilisant
le logiciel ECODIAL

IV.1. Introduction :

L'objet de ce chapitre consiste en deux parties :

- la première partie à la présentation du logiciel de simulation ECODIAL de Merlin Gerin.
- la deuxième partie à la présentation des calculs.

pour cela nous avons adopté la méthodologie suivante :

- ❖ Description de l'interface graphique.
- ❖ Réalisation du schéma électrique unifilaire du réseau.
- ❖ Bilan de puissance.
- ❖ Calcul de réseau.

IV.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 [16] :

- ❖ Tension 220 à 690 V.
- ❖ Fréquence 50 ou 60 Hz.

IV.3. Utilité du logiciel ECODIAL:

Il permet de réaliser les opérations suivantes :

- ❖ Dessiner le schéma unifilaire d'un réseau électrique ;
- ❖ Calcul le bilan de puissance de l'installation.

- ❖ Détermination les sections des conducteurs pour les câbles.
- ❖ Détermination de la chute de tension.
- ❖ Détermination des courants de court-circuit.
- ❖ Choix des dispositifs de protection.
- ❖ Sélectivité des protections.
- ❖ Vérification de la protection des personnes

IV.4. La façade avant :

La façade avant du logiciel ECODIAL comme indiqué dans la figure IV.1 est une façade simple et facile à exploiter.

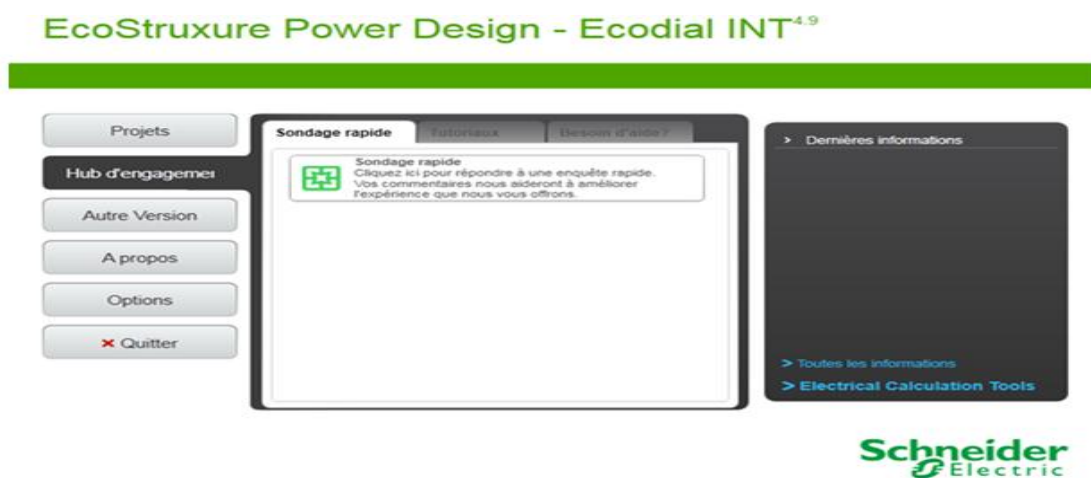


Figure.IV.1. Façade avant du logiciel ECODIAL

IV.5. Description de l'interface graphique du logiciel:

L'interface graphique tel que indiqué dans la figure IV.2 est composé des éléments suivants :

- 1 : **Barre de titre** : présente le nom de logiciel et le nom du projet en cours.
- 2 : **Barre d'édition** : copier, coller, retour.
- 3 : **Barre de menu** : présente les paramétrages projet, conception et dimensionnement et rapport.
- 4 : **Barre d'outils** : les boutons de la barre d'outils offrent un accès rapide aux commandes les plus fréquemment utilisées
- 5 : **Barre des composants** : cette barre présente les circuits électrique pour réaliser rapidement vos schémas.
- 6 : **Zone de dessin** : zone de dessin que vous dissiez le schéma du réseau.
- 7 : **Espace propriétés de composants**
- 8 : **Tableau de saisie et tableau de résultat**



IV.6.2. Réalisation du schéma unifilaire :

C'est une liste qui contient les outils les plus utilisés pour dessiner n'importe quel schéma électrique, qui est affichée automatiquement en côté gauche de l'écran lors du lancement de logiciel, comme vous pouvez voir sur la figure IV.4.

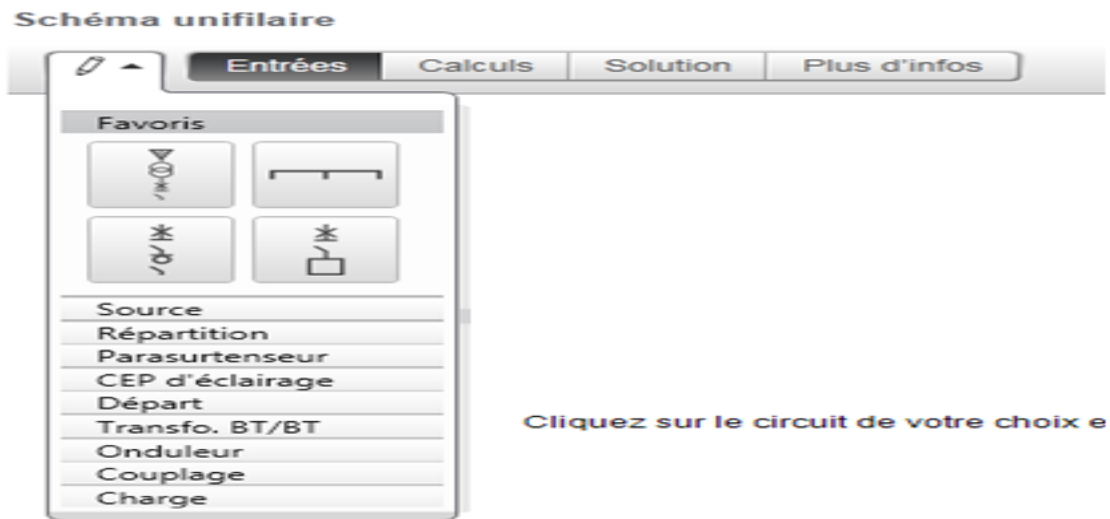


Figure. IV.4. Outils pour réaliser le schéma unifilaire

IV.6.3. Saisie des caractéristiques des éléments du réseau :

Avant de commencer la réalisation du schéma unifilaire, il est préférable de donner un nom à chaque départ du schéma, et saisir les différentes caractéristiques générales de l'installation. Figure IV.5.

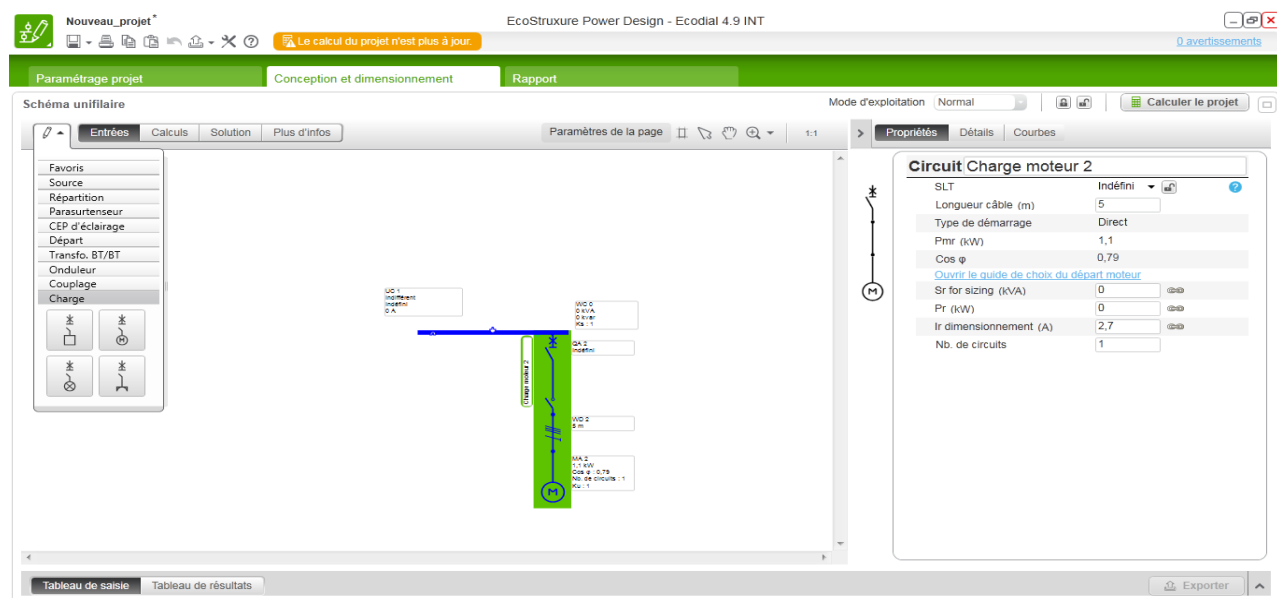


Figure .IV.5. Le dessin du schéma unifilaire

IV.7. Simulation:

Nous avons réalisé la petite unité de production présentée lors du deuxième chapitre dans le logiciel ECODIAL, comme montré dans la figure en annexe. Nous avons lancé le calcul du projet et nous avons obtenu les résultats suivants :

IV.7.1. Résultats de simulation:

IV.7.1.1.Source d'alimentation HTA :

1) Circuit : Source 0

Tension : 400 V

A) Transformateur HTA/BT : HTA

Type:	sec
Nombre de transformateurs :	1
Schéma des liaisons à la terre :	TN-S
Puissance globale :	1000 kVA
Puissance unitaire :	1000.0 kVA
Couplage :	Triangle-Etoile
Tension de court-circuit :	6.00 %
I_b :	1443.29A

B) Câble : WD 0(câble d'alimentation du tableau principal)

Longueur :	10.0 m
Mode de pose :	13F

Câbles mono conducteurs sur des chemins de câbles ou tablettes perforés, en parcours horizontal

Type de câble :	Mono conducteur
Nb de couches :	1
Isolant :	PR
Nb de circuits jointifs supplémentaires:	NA
Arrangement des conducteurs :	A plat jointifs
Température ambiante :	30 °C
Niveau de THDI:	3.03 %

C) Courant admissible par le câble (I_Z) :

I_Z dans les conditions normales d'utilisation: 1748.00 A

I_Z x facteurs de correction (conditions réelles d'utilisation): 1987.00 A

Tableau IV.1. Les sections des câbles utilisées :

Sections (mm ²)	choisies	Métal
Par phase	2 x 500	Cuivre
Neutre	2 x 500	Cuivre
PE	1 x 95	Cuivre

Vérification de la chute de tension de circuit : $\Delta U(\%) = 0.269$

D) Disjoncteur :**QA 0 (Disjoncteur principal)**

Calibre nominal : 1600 A

Déclencheur: Micrologic 5.0 X A

Nombre de pôles: 4P4d

Protection différentielle: Non

Réglages :

Surcharge: $I_r = 1472A$, $I_n = 1472.00 A$

Magnétique : $I_m(I_{sd}) = 11776.00 A$

IV.7.1.2. Circuit(s) Départ :**1) Circuit Départ :****ADM 1**

Tension : 400v

A) Disjoncteur :**QA 3**

Calibre nominal : 125.00 A

Déclencheur : Micrologic 5.0 X

Nombre de pôles : 4P4d

Protection différentielle : Non

Surcharge: $I_r = 125.00 A$; $I_n = 125.00 A$

Magnétique: $I_m(I_{sd}) = 1000.00 A$

B) Câble :**câble 1**

Longueur : 380.0 m

Mode de pose : 43B

Câbles mono conducteurs dans des caniveaux ouverts ou ventilés

Type de câble :	Mono conducteur
Nb de couches :	1
Isolant :	PR
Nb de circuits jointifs supplémentaires:	NA
Arrangement des conducteurs :	A plat jointifs
Température ambiante :	30 °C
Niveau de THDI:	14 %

C) Courant admissible par le câble (I_Z) :

I_Z dans les conditions normales d'utilisation:	412.00 A
I_Z x facteurs de correction (conditions réelles d'utilisation):	412.00 A

Tableau.IV.2.Section des câbles

Sections (mm ²)	Choisies	Métal
Par phase	1 x 185.0	Cuivre
Neutre	1x185.0	Cuivre
PE	1 x 95.0	Cuivre

Vérification de la chute de tension de circuit :	$\Delta U \text{ (}\%) = 2.794$
--	---------------------------------

2) Circuit Départ : **ADM 2**

Tension :	400v
-----------	------

A) Disjoncteur : **QA 3 (1)**

Calibre nominal :	400 A
Déclencheur :	Micrologic 5.0 X
Nombre de pôles :	4P4d
Protection différentielle :	Non
Surcharge:	$I_r = 368A, I_n = 368.00 A$
Magnétique :	$I_m(I_{sd}) = 2208.00 A$

B) Câble : **câble 2**

Longueur :	280.0 m
Mode de pose :	43B

Câbles mono conducteurs dans des caniveaux ouverts ou ventilés

Type de câble :	Mono conducteur
Nb de couches :	1
Isolant :	PR
Nb de circuits jointifs supplémentaires:	NA
Arrangement des conducteurs :	A plat jointifs
Température ambiante :	30 °C
Niveau de THDI:	1.61 %

C) Courant admissible par le câble (I_Z) :

I_Z dans les conditions normales d'utilisation: 774.00 A

I_Z x facteurs de correction (conditions réelles d'utilisation): 968.00 A

Tableau IV.3.Section des câbles

Sections (mm ²)	Choisis	Métal
Par phase	2 x 240.0	Cuivre
Neutre	2x240.0	Cuivre
PE	1 x 240.0	Cuivre

Vérification de la chute de tension de circuit : $\Delta U \text{ (}\%) = 2.678$

3) Circuit Départ :**HANGAR**

Tension : 400v

A) Disjoncteur :**QA 4**

Calibre nominal : 250 A

Déclencheur : Micrologic 5.0 X

Nombre de pôles : 4P4d

Protection différentielle : Non

Surcharge: $I_r = 186 \text{ A}; I_n = 186.00 \text{ A}$

Magnétique: $I_m(I_{sd}) = 1860.00 \text{ A}$

B) Câble :**câble 5**

Longueur : 60.0 m

Mode de pose : 43B

Câbles mono conducteurs dans des caniveaux ouverts ou ventilés

Type de câble : Mono conducteur

Nb de couches : 1

Isolant :	PR
Nb de circuits jointifs supplémentaires:	NA
Arrangement des conducteurs :	A plat jointifs
Température ambiante :	30 °C
Niveau de THDI:	3.55 %

C) Courant admissible par le câble (I_Z) :

I_Z dans les conditions normales d'utilisation:	271.00 A
I_Z x facteurs de correction (conditions réelles d'utilisation):	271.00 A

Tableau.IV.4.Section des câbles

Sections (mm ²)	Choisies	Métal
Par phase	1 x 95.0	Cuivre
Neutre	1x95.0	Cuivre
PE	1 x 50.0	Cuivre

Vérification de la chute de tension de circuit : $\Delta U \text{ (}\%) = 1.256$

4) Circuit Départ Atelier 1 :

Tension :	400v
-----------	------

A) Disjoncteur :**QA 5**

Calibre nominal :	400.00 A
Déclencheur :	Micrologic 5.0 X
Nombre de pôles :	4P4d
Protection différentielle :	Non
Surcharge:	$I_r = 386 \text{ A} ; I_n = 368.00 \text{ A}$
Magnétique :	$I_m(I_{sd}) = 2944.00 \text{ A}$

B) Câble:**câble6**

Longueur :	370.0 m
Mode de pose :	43B

Câbles mono conducteurs dans des caniveaux ouverts ou ventilés

Type de câble :	Mono conducteur
Nb de couches :	1
Isolant :	PR
Nb de circuits jointifs supplémentaires:	NA

Arrangement des conducteurs :	A plat jointifs
Température ambiante :	30 °C
Niveau de THDI:	1.36 %

C) Courant admissible par le câble (I_Z) :

I_Z dans les conditions normales d'utilisation:	813.00 A
I_Z x facteurs de correction (conditions réelles d'utilisation):	1452.00 A

Tableau .IV.5.Section des câbles

Sections (mm ²)	Choisies	Métal
Par phase	3 x 240.0	Cuivre
Neutre	3x240.0	Cuivre
PE	2 x 185.0	Cuivre

Vérification de la chute de tension de circuit :	ΔU (%) = 2.376
--	------------------------

5) Circuit Départ Atelier 2 :

Tension :	400v
-----------	------

A) Disjoncteur :

QA 3 (1) (1) (1) (1) (2)

Calibre nominal :	400 A
Déclencheur :	Micrologic 5.0 X
Nombre de pôles :	4P4d
Protection différentielle :	Non
Surcharge:	$I_r=294.00$ A, $I_n=294.00$ A
Magnétique:	$I_m(I_{sd}) = 2061.00$ A

B) Câble :

câble 5(2)

Longueur :	210.0 m
Mode de pose :	43B

Câbles mono conducteurs dans des caniveaux ouverts ou ventilés

Type de câble :	Mono conducteur
Nb de couches :	1
Isolant :	PR
Nb de circuits jointifs supplémentaires:	NA
Arrangement des conducteurs :	A plat jointifs
Température ambiante :	30 °C
Niveau de THDI:	1.98 %

C) Courant admissible par le câble (I_Z):

I_Z dans les conditions normales d'utilisation: 556.00 A

I_Z x facteurs de correction (conditions réelles d'utilisation): 556.00 A

Tableau IV.6.Sections des câbles

Sections (mm ²)	Choisies	Métal
Par phase	1 x 300.0	Cuivre
Neutre	1×300.0	Cuivre
PE	1 x 150.0	Cuivre

Vérification de la chute de tension de circuit : ΔU (%) = 2.725

6) Circuit Départ Atelier 3 :

Tension : 400v

A) Disjoncteur :**QA 3 (1) (1) (1) (2) (1)**

Calibre nominal : 100 A

Déclencheur : Micrologic 2.3 X

Nombre de pôles : 4P4d

Protection différentielle : Non

Surcharge: $I_r = 100$ A; $I_n = 100.00$ A

Magnétique : $I_m(I_{sd}) = 400.00$ A

B) Câble:**câble 5 (2) (1)**

Longueur : 165.0 m

Mode de pose : 43B

Câbles mono conducteurs dans des caniveaux ouverts ou ventilés

Type de câble : Mono conducteur

Nb de couches : 1

Isolant : PR

Nb de circuits jointifs supplémentaires: NA

Arrangement des conducteurs : A plat jointifs

Température ambiante : 30 °C

Niveau de THDI: 3.15 %

C) Courant admissible par le câble (I_z) :

I_z dans les conditions normales d'utilisation: 176.00 A

I_z x facteurs de correction (conditions réelles d'utilisation): 176.00 A

Tableau .IV.7.Sections des câbles

Sections (mm ²)	Choisies	Métal
Par phase	1 x 50.0	Cuivre
Neutre	1x50.0	Cuivre
PE	1 x 25.0	Cuivre

Vérification de la chute de tension de circuit : ΔU (%) = 2.983

IV.7.1.3. Circuit(s) charge générique :**Tableau .IV.8.** Disjoncteur

	Disjoncteur	Calibre nominal	I_r	$I_m(I_{sd})$
Circuit générique ADM1	QA 8	125A	125A	1062A
Circuit climatiseur ADM2	QA 8(1)	40A	40A	300A
Circuit générique Hangar	QA 22	32A	32A	240A

Tableau IV.9. Câble

Les circuits		Circuit générique ADM1	Circuit climatiseur ADM2	Circuit générique Hangar
Les câbles		WD8	WD8 (1)	WD 22
Longueur (m)		20	20	50
I_z (A)	Dans la condition normale d'utilisation	169	47.2	169
	Facteur de correction	169	47.2	169
Section (mm²)	Par phase	1x25 (cuivre)	1x4(cuivre)	1x25(cuivre)
	Neutre	1x25 (cuivre)	1x4(cuivre)	1x25(cuivre)
	PE	1x16(cuivre)	1x4(cuivre)	1x16(cuivre)
Chutes de tension ΔU(%)		0.829	1.424	0.565

IV.7.1.4. Circuit(s) charge éclairage :

Tableau IV.10. Les disjoncteurs

	Disjoncteur	Calibre nominal	I_r	$I_m(I_{sd})$
Circuit Eclairage ADM1	QA 6	6A	6A	45A
Circuit ADM2	QA 6 (1)	2A	2A	16A
Circuit éclairage Atelier 3 (1)	QA 37 (2) (1) (1)	1.6A	1.6A	12.8A
Circuit éclairage Atelier 3	QA 37 (2)(1)	6A	6A	45A
Circuit éclairage Atelier 1	QA 37	25A	25A	200A
Circuit éclairage Hangar	QA 20	160KA	144KA	
Circuit éclairage Atelier 2 (1)	QA 37 (1) (1)	6A	6A	45A
Circuit éclairage Atelier 1 (2)	QA 37 (2)	6A	6A	48A
Circuit éclairage Atelier 2	QA 37 (1)	6A	6A	45A

Tableau. IV.11. Câble

Les circuits	Les câbles	Longueur (m)	I _Z (A)		Section (mm ²)			Chutes de tension de circuit
			Dans la condition normale d'utilisation	Facteur de correction	Par phase	Neutre	PE	
Circuit Eclairage ADM1	WD6	20	25.2A	25.2A	1×1.5 (cuivre)	1×1.5 (cuivre)	1x4 (cuivre)	0.297
Circuit ADM2	WD 6(1)	20	25.2A	25.2A	1×1.5 (cuivre)	1×1.5 (cuivre)	1x4 (cuivre)	0.223
Circuit éclairage Atelier 3 (1)	WD 37 (2) (1)	20	25.2A	25.2A	1×1.5 (cuivre)	1×1.5 (cuivre)	1x4 (cuivre)	0.097
Circuit éclairage Atelier 3	WD 37 (2) (1)	20	25.2	25.2	1×1.5 (cuivre)	1×1.5 (cuivre)	1x4 (cuivre)	0.388
Circuit éclairage Atelier 1	WD 37	60	60.9	60.9	1x6 (cuivre)	1x6 (cuivre)	1x6 (cuivre)	2.219
Circuit éclairage Hangar	WD 20	20	177	177	1x35 (cuivre)	1x35 (cuivre)	1x16 (cuivre)	0.794
Circuit éclairage Atelier 2 (1)	WD 37 (1) (1)	60	25.2	25.2	1x1.5 (cuivre)	1x1.5 (cuivre)	1x4 (cuivre)	0.776
Circuit éclairage Atelier 1 (2)	WD 37 (2)	60	25.2	25.2	1x1.5 (cuivre)	1x1.5 (cuivre)	1x4 (cuivre)	1.812
Circuit éclairage Atelier 2	WD 37 (1)	60	25.2	25.2	1x1.5 (cuivre)	1x1.5 (cuivre)	1x4 (cuivre)	1.294

IV.7.1.5. Circuit(s) prises de courant :

Tableau .IV.12. Disjoncteur

	Disjoncteur	Calibre nominal	I_r	$I_m(I_{sd})$
Circuit Prise ADM1	QA 7	32A	32A	240A
Circuit Prise ADM2	QA 7 (1)	40A	40A	300A
Circuit Prise Atelier 1 force	QA 38	16A	16A	128A
Circuit Prise Hangar force	QA 21	6A	6A	48A
Circuit Prise Atelier 2 force	QA 38 (1)	10A	10A	75A
Circuit Prise Atelier 2 mono	QA 38 (1) (2)	16KA	16KA	120A
Circuit Prise Atelier 2 mono	QA 38 (1) (1) (1)	16A	16A	120A
Circuit Prise Hangar mono	QA 21 (1)	40A	40A	300A
Circuit Prise Atelier 1 mono	QA 38 (2)	25A	25A	188A
Circuit Prise Atelier 3 force	QA 38 (1) (1)	10A	10A	75A

Tableau.IV.13. Câble

Les circuits	Les câbles	Longueur (m)	I _z (A)		Section (mm ²)			Chutes de tension de circuit
			Dans la condition normale d'utilisation	Facteur de correction	Par phase	Neutre	PE	
Circuit Prise ADM1	WD7	30	169A	169A	1×25 (cuivre)	1×25 (cuivre)	1×16 (cuivre)	0.336
Circuit Prise ADM2	WD 7(1)	30	169A	169A	1×25 (cuivre)	1×25 (cuivre)	1×16 (cuivre)	0.447
Circuit Prise Atelier 1 force	WD 38	60	34.6A	34.6A	1×2.5 (cuivre)	1×2.5 (cuivre)	1×4 (cuivre)	2.694
Circuit Prise Hangar force	WD 21	60	25.2	25.2	1×1.5 (cuivre)	1×1.5 (cuivre)	1×4 (cuivre)	1.786
Circuit Prise Atelier 2 force	WD 38 (1)	60	34.6	34.6	1×2.5 (cuivre)	1×2.5 (cuivre)	1×4 (cuivre)	1.973
Circuit Prise Atelier 2 mono	WD 38 (1) (2)	60	169	169	1×25 (cuivre)	1×25 (cuivre)	1×16 (cuivre)	0.226
Circuit Prise Atelier 2 mono	WD 38 (1) (1) (1)	60	169	169	1×25 (cuivre)	1×25 (cuivre)	1×16 (cuivre)	0.226
Circuit Prise Hangar mono	WD 21 (1)	60	169	169	1×25 (cuivre)	1×25 (cuivre)	1×16 (cuivre)	0.895
Circuit Prise Atelier 1 mono	WD 38 (2)	60	169	169	1×25 (cuivre)	1×25 (cuivre)	1×16 (cuivre)	0.452
Circuit Prise Atelier 3 force	WD 38 (1) (1)	60	34.6	34.6	1×2.5 (cuivre)	1×2.5 (cuivre)	1×4 (cuivre)	1.793

IV.7.1.6. Départs machines de production :

Tableau.IV.14. Les Disjoncteurs

	Disjoncteur	Calibre nominal	I_r	$I_m(I_{sd})$
Circuit Machine 1	QA 36	100A	60A	780A
Circuit Machine 2	QA 36 (1)	100A	40A	520A
Circuit Machine 3	QA 36 (1) (1)	100A	40A	520A
Circuit Machine 5	QA 36 (1) (1) (1) (1)	100A	40A	500A
Circuit Machine 6	QA 36 (1) (1) (1) (1)(1)	100A	60A	330A
Circuit Machine 7	QA 36 (1) (1) (1) (1) (1) (1)	100A	36A	270A
Circuit Machine 4	QA 36 (1) (1) (1)	100A	40A	520A
Circuit Machine 11	QA 36 (1) (1) (1) (1) (1) (1)(1) (2)	100A	70A	350A
Circuit Machine 8	QA 36 (1) (1) (1) (1) (1) (1) (1)	100A	60A	450A
Circuit Machine 9	QA 36 (1) (1) (1) (1) (1) (1) (1) (1)	100A	70A	875A
Circuit Machine 10	QA 36 (1) (1) (1) (1) (1) (1) (1) (1)	100A	60A	780A

Tableau IV.15. Les Câbles

Les circuits	Les câbles	Longueur (m)	I _Z (A)		Section (mm ²)		Chutes de tension de Circuit
			Dans la condition normale d'utilisation (A)	Facteur de correction (A)	Par phase	PE	
Circuit Machine 1	WD 36	30	105	105	1×16 (cuivre)	1x16 (cuivre)	0.940
Circuit Machine 2	WD 36(1)	60	105	105	1×16 (cuivre)	1x16 (cuivre)	1.368
Circuit Machine 3	WD 36 (1) (1)	90	105A	105	1×16 (cuivre)	1x16 (cuivre)	2.055
Circuit Machine 5	WD 36 (1) (1)(1) (1)	150	133	133	1×25 (cuivre)	1x16 (cuivre)	2.229
Circuit Machine 6	WD 36 (1)(1)(1) (1)(1)	180	166	166	1x35(cuivre)	1x16(cuivre)	2.678
Circuit Machine 7	WD 38 (1) (1)(1) (1)(1) (1)	210	133	133	1x25 (cuivre)	1x16 (cuivre)	2.733
Circuit Machine 4	WD 36 (1) (1) (1)	120	105	105	1x16 (cuivre)	1x16 (cuivre)	2.742
Circuit Machine 11	WD 36 (1) (1) (1) (1) (1) (1) (1) (2)	90	133	133	1x25 (cuivre)	1x16 (cuivre)	2.207
Circuit Machine 8	WD 36 (1) (1) (1) (1) (1) (1) (1)	90	105	105	1x16 (cuivre)	1x16 (cuivre)	2.828
Circuit Machine 9	WD 36 (1) (1) (1) (1) (1) (1) (1) (1)	180	202	202	1x50 (cuivre)	1x50 (cuivre)	2.310
Circuit Machine 10	WD 36 (1) (1) (1) (1) (1) (1) (1) (1)	210	202	202	1x50 (cuivre)	1x50 (cuivre)	2.246

IV.8. Conclusion:

Ce chapitre concerne la simulation en utilisant le logiciel ECODIAL, c.-à-d. le calcul des dimensions des différentes composantes d'une installation électrique. A savoir, la section des différents câbles utilisés, le calibre des disjoncteurs et la puissance des transformateurs. Pour cela nous avons divisé ce chapitre en deux parties :

La première partie a été consacrée à la présentation du logiciel ECODIAL, qui est un logiciel très performant et pratique pour le dimensionnement des installations électriques.

Tandis que la deuxième partie a été consacrée au calcul de l'installation. A cet effet, nous avons inséré notre système déjà présenté dans le deuxième chapitre, dans le logiciel ECODIAL, nous avons obtenu les résultats de calcul tels que la section des câbles, le calibre des disjoncteurs et la puissance des transformateurs, en respectant les contraintes de la chute de tension et les contraintes thermiques.

Conclusion

générale

Conclusion générale

Ce travail focalise sur le dimensionnement de l'installation électrique d'une nouvelle unité de production. L'objectif de ce travail est de trouver les différentes sections des câbles utilisés dans cette installation, connaître le calibre des équipements de protection tels que les disjoncteurs et les fusibles, enfin connaître les puissances des transformateurs utilisés pour alimenter cette installation. En utilisant le logiciel ECODIAL, qui est un logiciel connu dans le domaine pratique par son performance.

Dans ce cadre nous avons initié notre travail par l'état de l'art de l'installation électrique industrielle, à travers ce chapitre nous avons présenté les différents composants et architectures des réseaux électriques industriels. Dans ce deuxième chapitre nous avons élaboré une présentation de l'installation électrique de la nouvelle unité de production, nous avons aussi élaboré un bilan de puissance afin de déterminer la puissance totale de cette unité de production.

Dans le troisième chapitre, nous avons décrit les différentes étapes à suivre pour aboutir au calcul des sections des câbles, en respectant la vérification des contraintes thermiques et les contraintes de la chute de tension.

En fin, le quatrième chapitre a été consacré au calcul des sections des câbles, le calibre des équipements de protection et la puissance des transformateurs, en utilisant le logiciel ECODIAL. Les résultats sont satisfaisants respectent les contraintes de la chute de tension et les contraintes thermique.

Bibliographie

Bibliographie

- [1] Christophe Prévu, Robert Jeannot. Schneider électrique : Guide de conception des réseaux électrique industriels, Février 1997. 930 p.
- [2] Zellagui Mohamed. 2010. Étude des protections des réseaux électriques MT (30 & 10 kV). Mémoire de magistère en électrotechnique, Université Mentouri, Constantine, 151 p.
- [3] Chabane Farid, Moussaoui Sofiane. 2013. Étude et dimensionnement des équipements électriques de la station de pompage mélasse de l'unité CEVITAL. Mémoire de fin de cycle Master 2, Université Abderrahmane MIRA, Bejaïa, 108 p.
- [4] Kheloufi Sofaine, Maddi Hocine. 2019. Étude et protection d'un départ HTA. Mémoire de Fin d'études Master 2, Université Abderrahmane MIRA, Bejaïa, 73 p.
- [5] Tahar Yahia .2019. Étude et dimensionnement électrique de la chaîne d'AEP de BOUZEGUENE à partir de barrage TICHY-HAF. Mémoire de fin de cycle master 2, Université Abderrahmane MIRA, Bejaïa, 106 p.
- [6] Kerrache Nouari, Haddad Lotfi. 2018. Étude et dimensionnement d'un TGBT avec utilisation du logiciel ECODIAL au niveau du complexe CEVITAL. Mémoire de fin de cycle master 2 en Electrotechnique, Université Abderrahmane MIRA, Bejaïa, 137 p.
- [7] M Gerin. Guide de l'installation électrique.
- [8] <http://creativecommons.org/licenses/by-nc/2.0/fr/> (10/06/2020)
- [9] Maouche Roza. 2015. Élaboration d'un plan de protection de l'installation sea-line de la station de pompage SONATRACH Bejaia. Mémoire de fin d'études master 2, Université Abderrahmane de MIRA, Bejaïa, 77 p.
- [10] Fergani Ouanassa Samia. 2017. Optimisation du réseau d'un tertiaire alimenté par une source solaire. Thèse de doctorat, Université des sciences et technologies Mohamed Boudiaf, Oran, 149 p.
- [11] Boucheboubba Cherif Chawki, Benattia Houria. 2019. Etude et dimensionnement électrique du nouveau site de la câblerie algérienne. Mémoire de master en génie électrique, Université Abdelhamid Ibn Badis, Mostaganem, 63 p.
- [12] Fadi Sanakouev. 2016. Conception de l'installation électrique de l'hôtel Mak Palace. Projet de fin d'études, Université Liban, Hamra, 156 p.
- [14] Compléments techniques du catalogue distribution électrique, 2017.
- [15] Mimouni Imad, Kherfi Amor. 2019. Les défauts dans les câbles électriques souterrains. Mémoire Master Académique, Université Kasdi Merbah, Ouargla, 84 p.

-
- [16] Ouhadj Hamza, Moussouni Amar. 2018. Etude et dimensionnement d'un réseau industriel. Mémoire de fin d'études de master Académique, Université Mouloud Mammeri, Tizi-Ouzou, 110 p.
- [17] CH Aouadi. 2019. Matériaux et Construction Electrique (MCE). Cours génie électrique, Université International Casablanca, 60 p.
- [18] www.prysmiangroup.com/ (07/05/2020).
- [19] <http://www.ute-fr.com/> (16/07/2020).
- [20] M Pratap Nair, K Nithiyananthan. February 2016. An Effective Cable Sizing Procedure Model for Industries and Commercial Buildings International Journal of Electrical and Computer Engineering (IJECE). Vol. 6, N°1, p 34-39.

Résumé:

Ce travail concentre sur le calcul des dimensions de l'installation électrique d'une nouvelle unité de production. L'objectif de ce travail est d'apprendre une méthode pratique pour trouver les différents sections des câbles utilisés dans cette installation, calculer le calibre des équipements de protection tels que les disjoncteurs et les fusibles, enfin connaître les puissances des transformateurs utilisés pour alimenter cette installation. En utilisant le logiciel ECODIAL, qui est un logiciel connu dans le domaine pratique par son performance.

Abstract:

This work focuses on the calculation of the dimensions of the electrical installation of a new production unit. The objective of this work is to learn a practical method to find the different sections of the cables used to powered this installation ,calculate the rating of protective equipment such as circuit breakers and fuses, finally know the powers of the transformers used to supply this installation. By using the ECODIAL software, which is software known in the practical field for its performance.

ملخص :

يركز هذا العمل على حساب أبعاد التركيبات الكهربائية لوحدة إنتاج جديدة. الهدف من هذا العمل هو تعلم طريقة عملية لإيجاد مساحات للكابلات المختلفة المستخدمة في تغذية الكهربائية لهاته الوحدة، حساب تصنيف معدات الحماية مثل قواطع التيار الكهربائي والصمامات، أخيراً معرفة استطاعة المحولات المستخدمة لتزويد هاته الوحدة الانتاجية. باستخدام برنامج ECODIAL وهو برنامج معروف في المجال العملي لأدائه المتميز والفعال.

Annexe

Annexe. a. Résultats de dimensionnement obtenus par l'ECODIAL

