

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

Université Abderrahmane MIRA de Bejaia

Faculté de Technologie

Département de Génie Electrique



MÉMOIRE DE FIN DE CYCLE

En vue de l'obtention du diplôme de MASTER en
Electrotechnique

Spécialité : Commande Electrique

Thème :

**Dimensionnement d'un poste transformateur et
câblerie d'une installation électrique industrielle**

Présenté par :

Mr : GUERCHOUCHE Abderrahim

Mm : AKLOUL Lynda

Encadré par :

Mr : ATROUNE Salah

Promotion : 2023/2024

Dédicace

Je dédie ce travail :

*À mes chères parents « **Abdelkader, baya** » qui m'ont toujours soutenu et orienté vers le bon chemin. Je leurs dois un grand merci et je leurs éprouve un sentiment de gratitude et d'amour.*

Chaque ligne de ce mémoire chaque mot et chaque lettre vous exprime la reconnaissance, le respect, l'estime et le merci d'être mes parents.

Je prie le Dieu de garder le prestige de vivre avec eux une longue vie.

A ma grand-mère.

*A mes chers frères « **Abdeslam. Fatah. Walid. Mokrane** ».*

*A ma chère sœur : « **Salima** »*

A toutes, mes tantes

Ainsi que leurs conjoints et leurs fils,

*Et tous les membres de ma grande famille **Guerchouche**.*

A tous mes profs qui m'ont appris durant toutes mes années d'études,

Et tous les enseignants qui m'ont aidé de proche ou de loin.

A tous mes chers amis

A mes collègues de promotion d'électrotechnique 2024.

A toute personne que j'aime.

Abderrahim

A l'aide du bon dieu tout puissant, j'ai pu réaliser ce modeste travail que je dédie tout d'abord à mes chers parents qui m'ont doté d'une éducation digne, leurs amours a fait de moi ce que je suis aujourd'hui.

Je dédie ce mémoire à ma très chère maman quoi que je fasse ou que je dise, je ne serais à te remercier comme il se doit. Ton affection me couvre, ta bienveillance me guide et ta présence à mes côtés a toujours été ma source de force pour affronter les différents et les obstacles.

A mon cher papa, aucune dédicace ne serait exprimer mon respect, mon amour éternel et ma considération pour les sacrifices que vous avez consenti pour mon instruction et mon bien être.

Je vous remercie pour tout le soutien et l'amour que vous me portez depuis ma naissance et j'espère que votre bénédiction m'accompagne toujours.

Que ce modeste travail soit l'exaucement de vos vœux tant formulés, le fruit de vos innombrables sacrifices. Puise Dieu, le très Haut, vos accorder toi et ma mère santé, bonheur et longue vie.

C'est un moment de plaisir de dédie ce mémoire à mon cher grand frère Sofiane que j'aime tant, qui est un exemple, qui m'a guidé tout au long de mon parcours malgré la dimension géographique je lui souhaite tout le bonheur de monde et la joie de vie.

A mon petit frère Yacine qui est cher à mon cœur, je lui souhaite la réussite et tout le succès qui il mérite dans sa carrière et dans sa vie.

A ma chère sœur et meilleure copine lisa que j'aime tant, qui m'a soutenu, cru en moi et qui m'encourage je lui souhaite la réussite au long de son parcours et une joyeuse nouvelle vie remplie de bonheur et de santé.

A ma chère petite sœur Kahina que j'aime tant qui est toujours à mes côtés, je lui souhaite la réussite dans son BAC, la joue de vie et tout le bonheur de monde.

A mes chers ma belle-mère, mon mari et mes belles sœurs et surtout ma petite princesse qui m'a rendu merveilleuse maman au monde qui va bientôt sa naissance qui m'ont soutenu, cru en moi et encourager de

pris ou de loin, Je leur souhaite une vie remplie de joie, succès et réussite.

Enfin à mon binôme « Abderrahim » qui m'a aidé et soutenu, Je lui souhaite une longue vie remplie de bonheur, réussite et l'obtention de son diplôme.

Enfin, à notre promoteur monsieur ATROUNE Salah qui n'a cessé de nous aider et de nous encourager avec ses précieux conseils. Sans oublier tous les enseignants qui nous ont guidés tout le long de notre parcours universitaire et toute la faculté des sciences et technologie.

Lynda.

REMERCIEMENT

*Au terme de ce travail, nous tenons à remercier
vivement : Dieu qui nous a donné la force de terminer
cette étude.*

*A notre promoteur « **M ATROUNE Salah** » pour leurs
aide et leurs orientations précieuses.*

*Nous tenons également à remercier l'ensemble des
enseignants d'université de l'électrotechnique qui ont
contribué à notre formation.*

*Nous tenons enfin à remercier tous ceux qui nous ont
aidé de loin ou de près pour l'élaboration de ce
projet*

Chapitre I : Généralités sur les installations électriques industrielles

1. Introduction.....	02
I.2. Installations électriques.....	02
I.2.1. Domaines de tension.....	02
I.2.2. Exigences générales pour la conception électrique	02
I.3. Sources d'énergie électrique.....	03
I.4. Distribution de l'énergie électrique	03
I.5. Tableaux électriques	04
I.5.1. Tableau de distribution	04
I.5.2. Types des tableaux de distribution.....	04
I.5.3. Modes d'alimentation des tableaux BT	04
I.5.3.1. Alimentation des tableaux BT avec une seule source d'alimentation	04
I.5.3.2. Alimentation des tableaux BT par double alimentation sans couplage.....	05
I.5.3.3. Alimentation des tableaux BT par une double alimentation avec couplage.....	05
I.5.4. Subdivisions des charges	06
I.6. Fonctions de base de l'appareillage électrique	07
I.6.1. Sectionnement.....	07
I.6.2. Commande.....	07
I.7. Conclusion... ..	08

CHAPITRE II : Présentation de l'entreprise et Bilan de puissances de l'installation

II.1 Introduction... ..	10
II.1.1 Organigramme de ce vital	10
II.2 Bilan de puissance.....	11
II.2.1 Schémas unifilaire du l'installation... ..	10

II.2.2 Calcul la puissance installée P_n (KW).....	11
II.2.3 Calcul la puissance absorbée P_a (KW).....	11
II.2.4 Calcul Puissance d'utilisation P_u (kW)	11
II.2.5 Facteurs d'utilisation maximale (Ku).....	11
II.2.6 Facteur de simultanéité (Ks).....	11
II.3 Facteur d'extension (Ke).....	12
II.4 Détermination des installations facteur de puissance global.....	16
II.5 Choix et dimensionnement du transformateur	18
II.5.1 Calcul du rapport de transformation.....	18
II.5.2 Calcul du courant secondaire.....	18
II.5.3 Calcul du courant primaire.....	19
II.5.4 Détermination de la tension de court-circuit U_{cc}	19
II.6 Choix et dimensionnement du groupe électrogène	19
Conclusion... ..	25

CHAPITRE III : Dimensionnement des équipements de l'installation

III.1 Introduction.....	28
III.2 Calcul et choix de la section des câbles... ..	28
III.2.1 Définition des câbles.....	28
III.2.2 Types de câbles	28
III.2.3 Principes de la méthode de calcul.....	29
III.2.3.1 Courant d'emploi... ..	29
III.2.3.2 Courant admissible I_{ad}	30
III.2.3.3 Chute de tension.....	30

III.3 Condition de dimensionnement des câbles...	30
III.4 La section d'un câble.....	31
III.5.1 Modes de pose.....	31
III.5.2 Facteurs de correction... ..	31
III.5.3 Détermination pratique de la section minimale d'une canalisation BT.....	32
III.6 Vérification des contraintes thermiques S_2	32
III.7 Vérification des chutes de tensions	32
III.8.1 Présentation de la Méthode	33
III.8.2 Calcul de la section technique.....	34
III.8.2.1 Calcul de la section selon l'échauffement S_j	34
III.8.2.2 Calcul de la section selon la chute de tension S_z	35
III.8.2.3 Vérification des sections calculées selon la surcharge due au court-circuit	37
III.9 Conclusion... ..	40



Introduction générale



Introduction générale

Aujourd'hui, le monde connaît une grande concurrence au niveau de l'industrie, la rapidité et l'efficacité du processus de fabrication paraît très important, mais certainement il y'a une chose plus essentielle qui accélère et garantie tout cela, c'est bien la fiabilité des installations électriques industrielles.

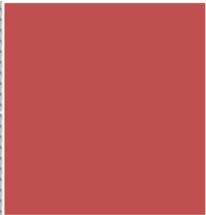
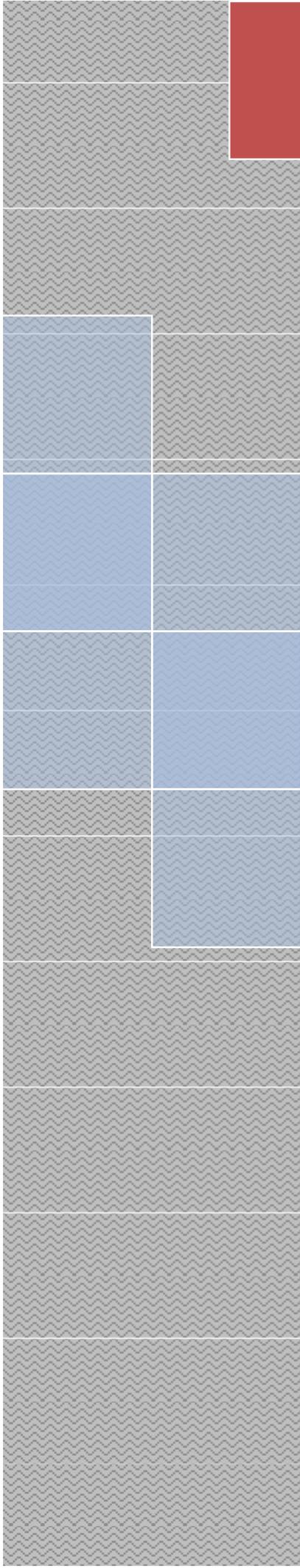
La conception d'un réseau électrique c'est pour objectif de l'unité raffinerie du sucre l'étude et le dimensionnement de n'importe quelle installation électrique.

Si nous parlons d'installations électriques industrielles, nous parlons d'une grande famille. Pour maîtriser cette dernière, il faut choisir les bons équipements et composants électriques (câbles, transformateurs, disjoncteurs etc...).

Le succès d'une installation électrique ne se concentre pas seulement sur les opérations mais assure également une sécurité maximale des équipements et surtout des personnes qui manipulent ce matériel, pour cela vous devez tout savoir sur l'emplacement des équipements utilisés dans chaque installation ainsi que leurs dimensions et leur planification. Tous les équipements assurent le fonctionnement normal de l'installation. L'électricité industrielle est regroupée dans un tableau de distribution d'énergie, plus tard point de passage essentiel du courant électrique, il intègre des dispositifs d'assurance de distribution d'énergie électrique.

Le but de notre projet est de savoir comment rechercher et mesurer n'importe quelle installation électrique industrielle de toute taille et démontrer les étapes impliquées. Nos interventions portent sur l'étude et le dimensionnement technique des installations électriques.

- Ainsi, ce travail est constitué selon les modalités suivantes : Le premier chapitre fournira des informations générales sur les réseaux électriques ;
- Dans le deuxième chapitre nous expliquerons brièvement les différentes sections Présentées selon un schéma unifilaire, nous procéderons aux calculs de bilan de puissance et choisirons le transformateur approprié pour l'installation ;
- Dans dernier chapitre on a parlé sur le choix des sections de câbles et la détermination du courant de court-circuit.



Chapitre I :

généralité sur les installation électrique



I.1. Introduction

Dans ce chapitre et avant d'étudier et réaliser un projet d'installation électrique, il importe d'avoir à l'esprit un certain nombre des caractéristiques générales dont dépend de la conception de l'étude, et même des facteurs et exigences techniques à répondre.

I.2. Les installations électriques

Une installation électrique est un ensemble cohérent de circuits électriques et leurs canalisations, d'appareillages électriques associés réalisée suivant un schéma déterminé. Elle sert à alimenter et à distribuer l'énergie électrique.

I.2.1. Domaines de tension

Selon la norme NF C 15-100, la basse tension couvre la plage de tension allant jusqu'à 1 kV en courant alternatif et 1.5 kV en courant continu.

Tableau I.1 : Domaines de tension

Domaine de tension		Tension nominale	
		Courant alternatif	Courant continu
Très basse tension	TBT	$U \leq 50V$	$U \leq 120V$
Basse tension	BTA	$50V < U \leq 500V$	$120V < U \leq 750V$
	BTB	$500V < U \leq 1000V$	$750V < U \leq 1500V$

Dans une installation, lorsque deux domaines de tensions sont utilisés en voisinage, une séparation électrique et physique doit les isoler [1].

I.2.2. Exigences générales pour la conception électrique

. **Exigences architecturales** : c'est la coordination avec l'architecte, ainsi que la connaissance de la fonction de chaque espace dans les plans.

. **Exigences mécaniques** : elle correspond à la connaissance de toutes les charges mécaniques et leurs emplacements dans l'espace de construction.

. **Exigences électriques** : c'est la définition des exigences du projet pour l'éclairage, pour les équipements et les systèmes qui fonctionnent en TBT comme les caméras de surveillance

I.3. Les sources d'énergie électrique

Les sources d'énergie électrique sont définies par la qualité de fourniture requise pour les implémentations à alimenter. Elles sont divisées en : sources normales, sources de secours et sources sans interruption [2].

La source normale :

C'est la principale source d'énergie électrique. Elle doit alimenter les totalités des charges et les autres besoins du site.

La source de secours :

Elle doit alimenter, en BT ou MT, les charges à secourir afin de garantir la continuité de service.

La source sans interruption (ASI) :

Elles représentent des interfaces installées entre le réseau et les charges sensibles. La source de secours depuis chaque TGBT fournit son énergie électrique aux ASI afin de garantir leur permanence.

I.4. Distribution de l'énergie électrique

La norme NF C 15-100 recommande que toutes installations doivent être divisées en plusieurs circuits.

Cette division de l'installation dépend du mode de distribution utilisé. La distribution radiale est le mode de distribution le plus employé. Elle est conseillée systématiquement dans toute installation industrielle.

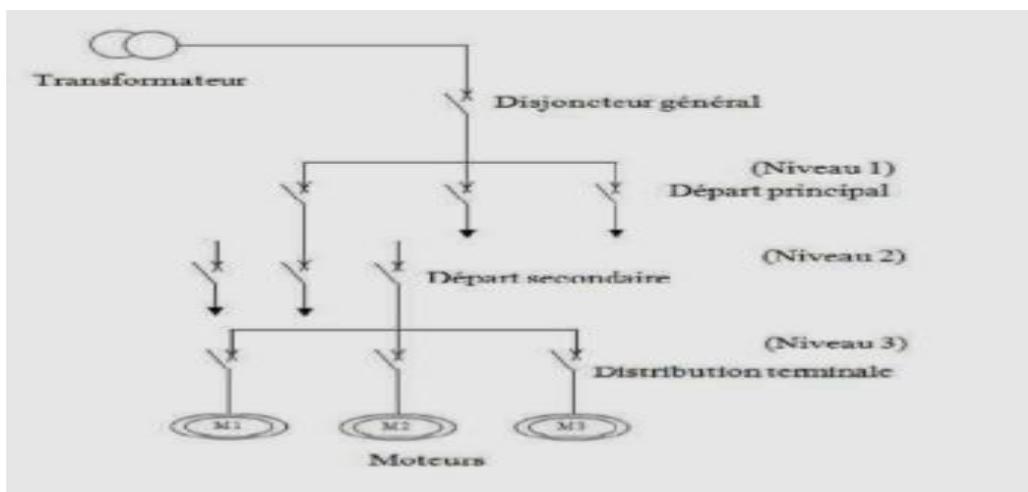


Figure I.1 : La distribution radiale

Les avantages et inconvénients de ce type de distributions sont résumés dans le tableau suivant :

Tableau I.2 : Avantages et inconvénients de la distribution radiale

Avantages	Inconvénients
<ul style="list-style-type: none"> • Sélectivité du circuit en défaut est mis hors service. • Localisation facile • Il est possible d'effectuer des opérations d'entretiens sans coupure générale 	<ul style="list-style-type: none"> • Un défaut survenant au niveau 1 d'un départ principal affecte tous les départs secondaires du niveau 2 et la distribution terminale du niveau 3.

I.5. Les tableaux électriques

I.5.1. Tableaux de distribution

Ces tableaux présentent le point d'arrivée de l'énergie électrique d'une installation BT. En se divisant en plusieurs départs, chacun est commandé et protégé par l'appareillage installé.

I.5.2. Types des tableaux de distribution

Les tableaux, ou ensemble d'appareillage à basse tension, se différencient selon le type d'application en :

- . Tableau général basse tension (TGBT).
- . Tableau secondaire.
- . Tableau terminal.
- . Tableau de contrôle-commande.

I.5.3. Modes d'alimentation des tableaux BT

I.5.3.1. Alimentation des tableaux BT avec une seule source d'alimentation

Dans ce cas, tous les départs bénéficient d'une seule source d'alimentation. En cas de défaut en T1 ou perte de la source, toute l'installation est mise hors service jusqu'à l'opération de réparation [3].

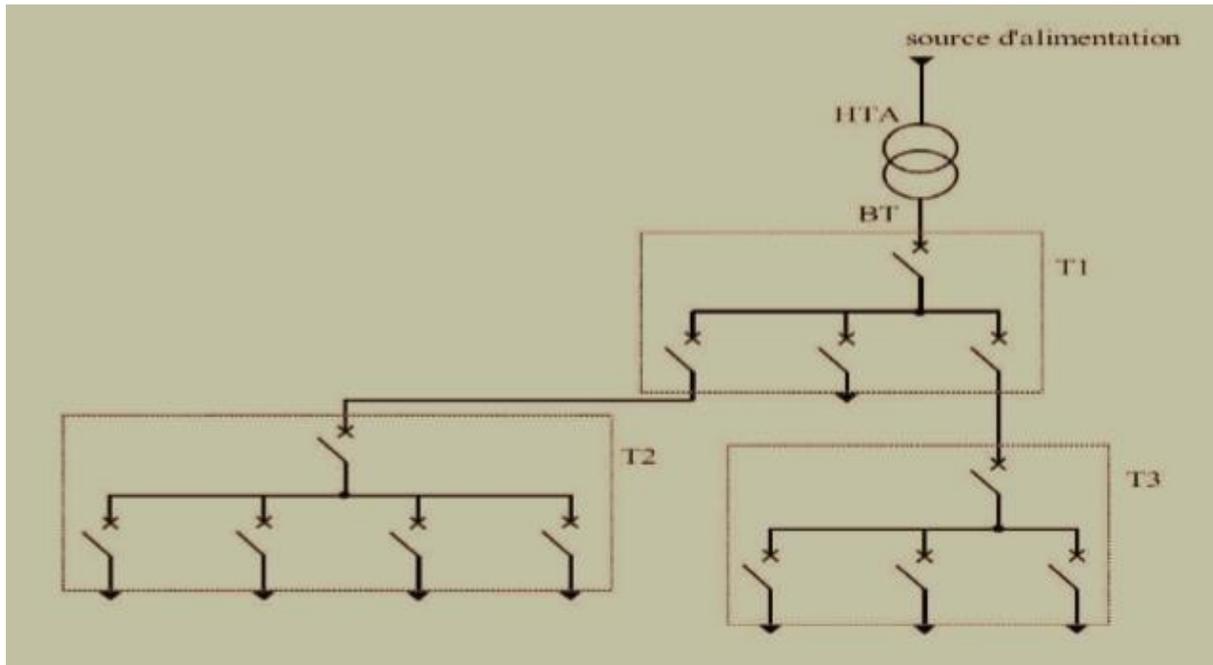


Figure 1.2 : Alimentation des tableaux BT avec une seule source d'alimentation

I.5.3.2. Alimentation des tableaux BT par double alimentation sans couplage

Pour ce type d'alimentation, chaque tableau a sa propre source d'alimentation. En cas de défaut, T2 bénéficie de l'alimentation à partir de la seconde.

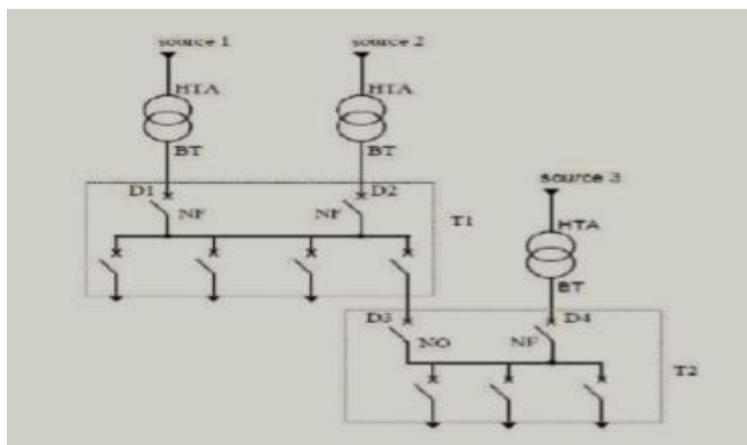


Figure 1.3 : Alimentation des tableaux BT par double alimentation sans couplage

I.5.3.3. Alimentation des tableaux BT par une double alimentation avec couplage

Le tableau T1 bénéficie d'une double alimentation avec couplage par deux transformateurs. En cas de perte d'une source d'alimentation, le disjoncteur de couplage D3 est fermé et un seul transformateur alimente la totalité de T1.

Pour le tableau T2, il profite d'une double alimentation avec couplage par deux départs. En fonctionnement normal, le disjoncteur de couplage D6 est ouvert et chaque source alimente une partie de T2. En cas de perte d'une source, le disjoncteur de couplage D6 est fermé et l'autre source alimente la totalité de T2.

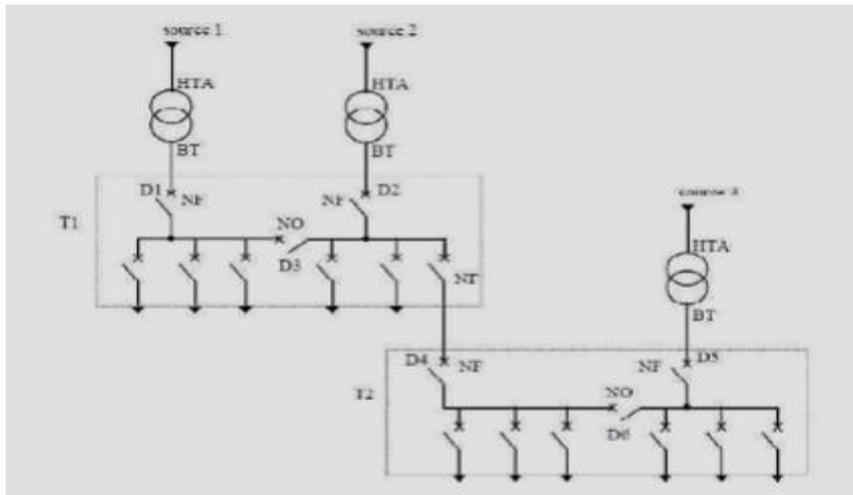


Figure I.4 : Alimentation des tableaux BT par une double alimentation avec couplage

I.5.4. Subdivisions des charges

La classification des charges se fait en fonction de leur importance et priorité en:

- **Charges normales « non-essentiels »** : ce sont les charges alimentées par la source principale. Elles représentent les récepteurs les plus importants.
- **Charges de secours « essentielle »** : elles sont alimentées par les deux sources normales et de secours, et sont mises hors tension quelques secondes pendant le transfert entre les sources. Ces charges représentent une partie des récepteurs les plus importants.
- **Charges sans interruption « sensible »** : ces charges sont sensibles et ne doivent pas être mises hors tension soudainement. Elles sont alimentées par les deux sources normales et de secours par l'intermédiaire d'une ASI. [4]

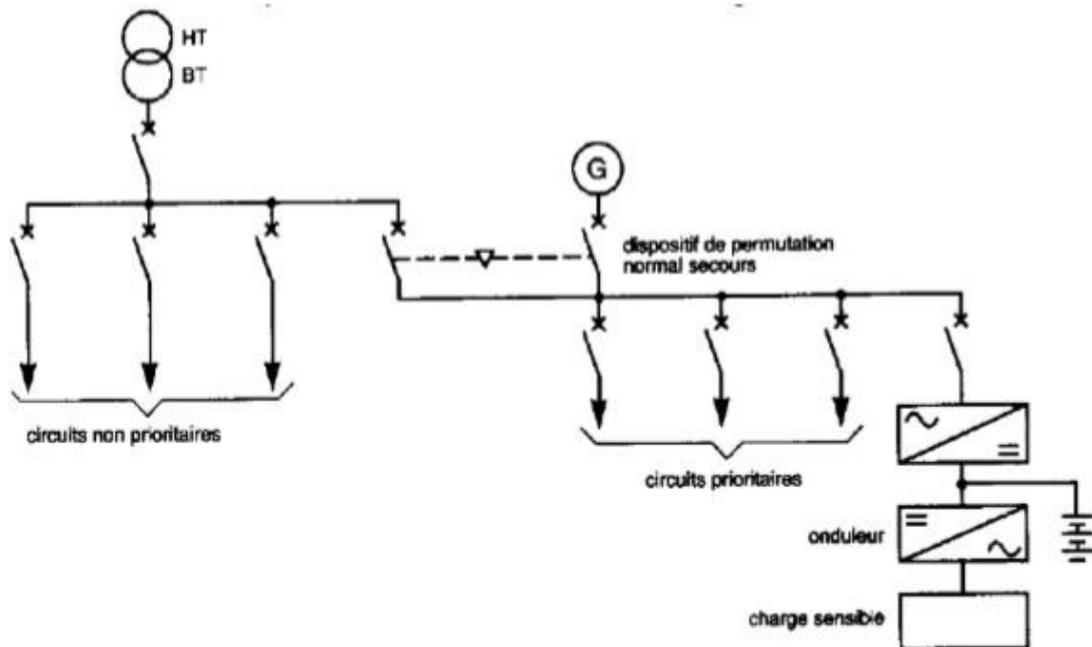


Figure I.5 : Représentation des charges et sources d'alimentation

I.6. Fonctions de base de l'appareillage électrique

L'appareillage électrique d'une installation électrique industrielle doit assurer trois fonctions : le sectionnement, la commande et la protection.

I.6.1. Le sectionnement

Pour des raisons de sécurité, cette fonction est destinée à assurer la mise hors tension de toute ou partie d'une installation électrique.

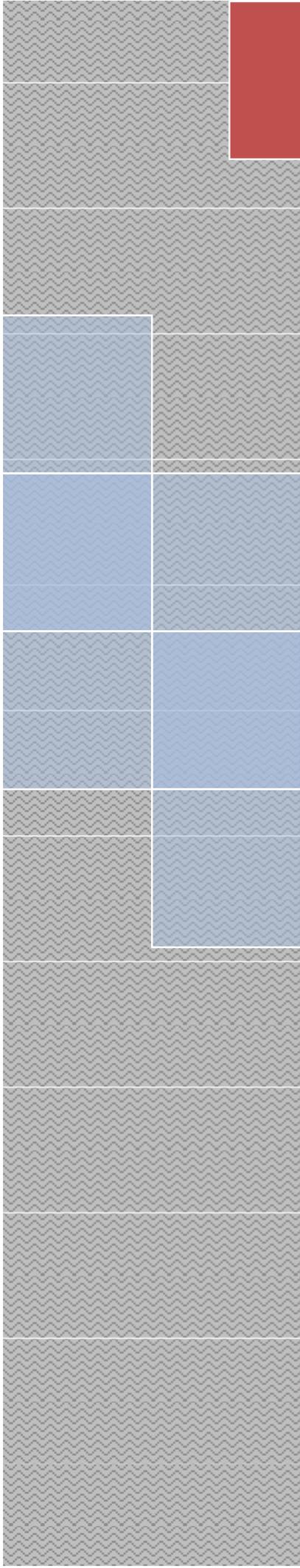
I.6.2. La commande

C'est l'action destinée à assurer la fermeture, l'ouverture ou la variation de l'alimentation en énergie électrique de tout ou partie d'une installation.

I.7. Conclusion

Les installations électriques industriels doivent assurer l'alimentation de tous les récepteurs en tenant en compte des besoins à satisfaire tels que : la sécurité des personnes, la sécurité des biens, la continuité d'alimentation, la facilité d'exploitation du réseau, le coût minimal de prescriptions et usages locaux.

Vu que tous les besoins ne pourront pas être satisfaits de façon optimale, le concepteur doit rechercher, alors, le meilleur compromis en connivence avec les normes.



Chapitre II :

Présentation de l'entreprise et Bilan de puissances de l'installation



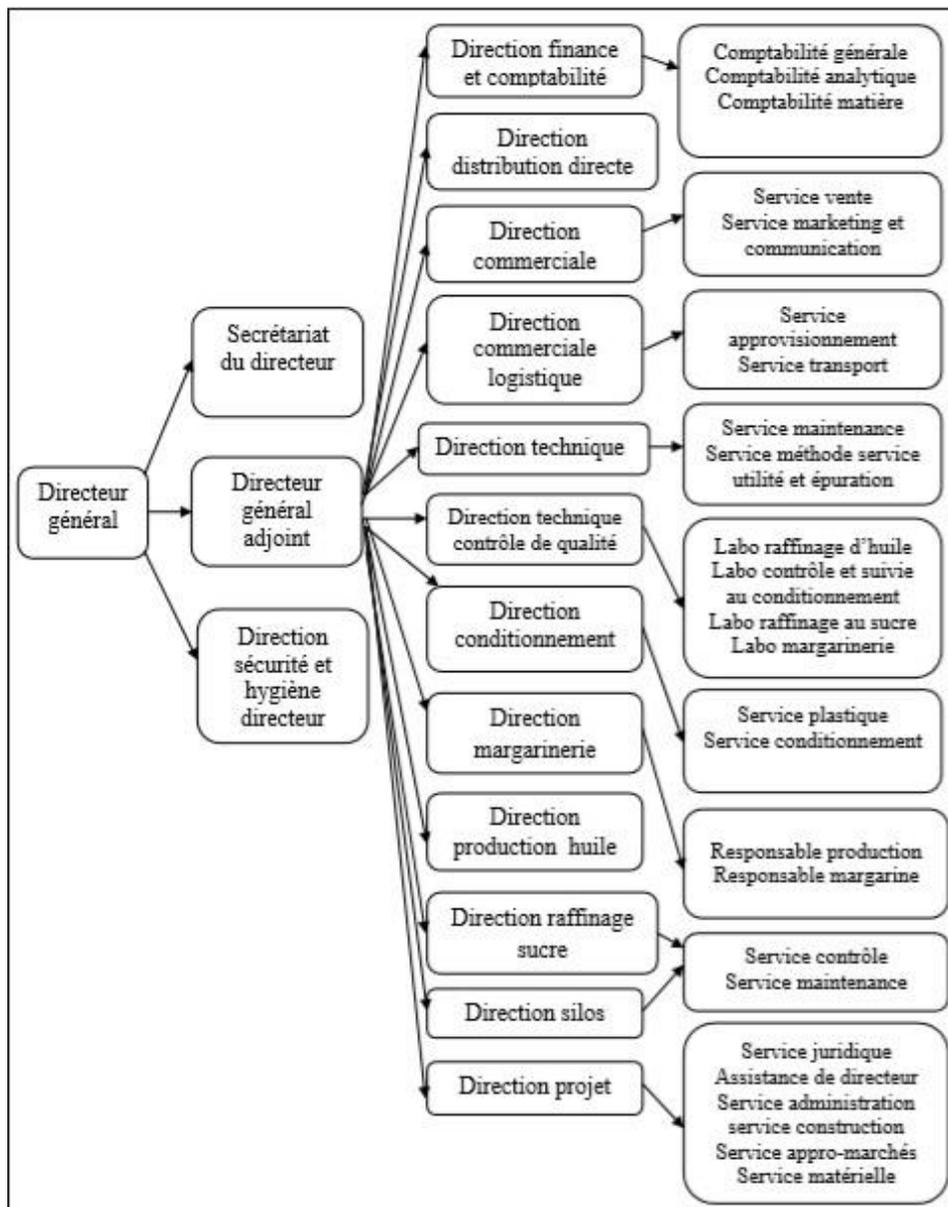
II .1 Introduction

Dans ce chapitre est de présenter un schéma unifilaire de l'installation ainsi que les puissances de l'équipements, puis nous calculerons la puissance installée et la puissance utilisée pour déterminer la taille. Transformateur approprié pour un bon fonctionnement et sélectionnez un générateur de groupe pour l'alimentation de secours.

Enfin, nous déterminerons le facteur de puissance, que nous améliorerons en compensant la puissance réactive avec des batteries de condensateurs.

II.2 Organigramme de CEVITAL :

L'organigramme du complexe Cevital est représenté globalement de la manière suivante :



Organigramme II.1 : Organigramme des différentes directions du complexe Cevital.

II.3 Calcul du bilan de puissance

C'est la première des étapes essentielle de l'étude et de la conception d'un réseau. Elle doit cerner et localiser géographiquement les valeurs des puissances. Il faut :

- Se renseigné sur chaque poste de différents appareillages du projet.
- Se renseigné sur les quantités et les puissances unitaires de chaque appareillage.
- Calculer la puissance totale de chaque appareillage.
- Se renseigné sur les coefficients normés pour chaque appareillage.
- Calculer la puissance totale foisonnée de chaque appareillage.
- Déterminer le niveau réserve de puissance de l'installation.
- Calculer la somme totale de l'installation en kW.
- Convertir la puissance totale de l'installation en kVA à partir du facteur de puissance.
- En déduire le niveau de tarification à souscrire.

II .4 .1 Schémas unifilaire du l'installation

Le schéma électrique unifilaire résumant le réseau électrique présenter par un seul fil avec l'inscription du nom de différents instruments exploités, facilité du la lecture et la compréhension du schéma.

Ce dernier est schématisé présenté sur la figure suivante :

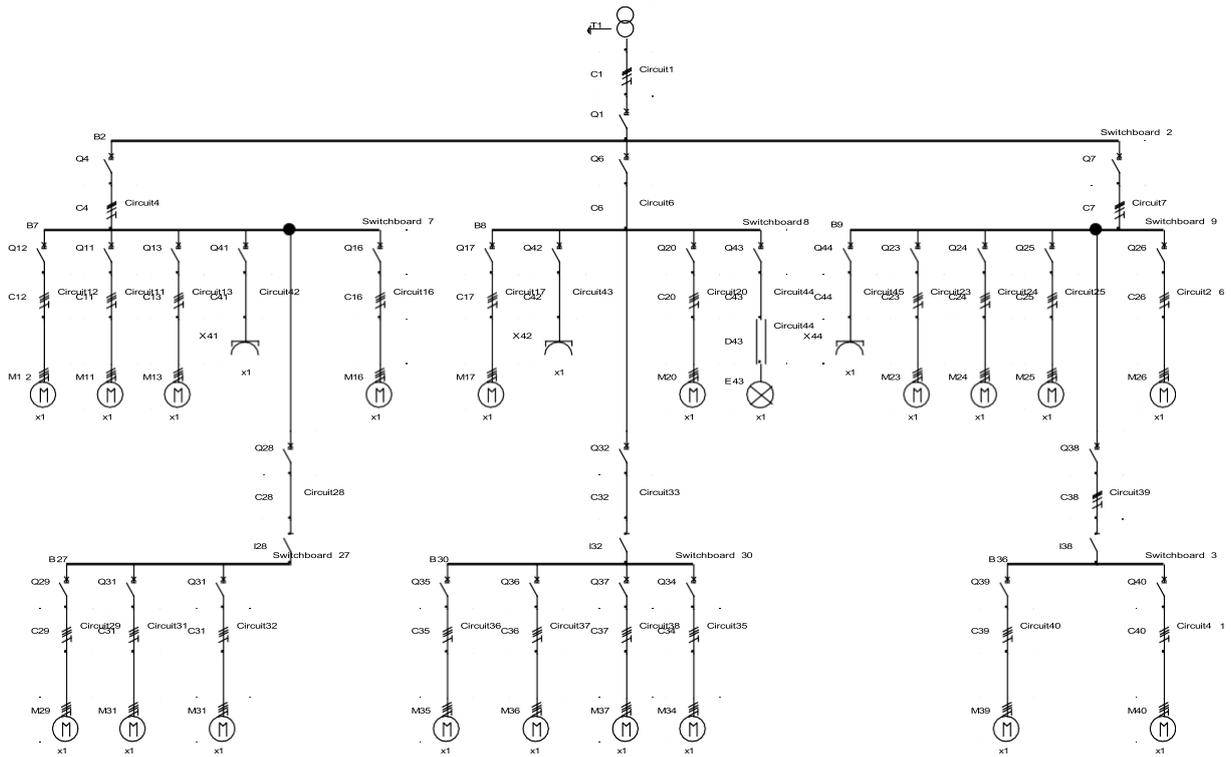


Figure II.1 : Schéma unifilaire d'une installation électrique

II .4 .2 Calcul de la puissance installée P_n

La puissance installée est la somme des puissances nominales de tous les récepteurs de l'installation. L'indicateur d'alimentation (P_n) est marqué sur la plupart des appareils et des équipements électriques en pratique, la puissance nominale n'est pas toujours la puissance réelle par le récepteur. Comme suit :

a) d'un moteur électrique, la puissance nominale correspond à la puissance à la sortie sur son arbre, la puissance d'entrée consommée est évidemment plus importante.

$$P_a = P_u / \eta \quad \text{(II.1)}$$

$$Q_a = \sqrt{3} * U * I_a * \sin(\varphi) \quad \text{(II.2)}$$

$$I_a = S / \sqrt{3} * U \quad \text{(II.3)}$$

$$S = \sqrt{P_a^2 + Q_a^2} \quad \text{(II.4)}$$

Tableau II.2 : installation de bilan de puissance

Équipements	Cos ϕ	Pu(W)	Un (v)	In (A)	η	Pa (W)	Ia (A)	Qa (VAR)	Sa (VA)
Aéroréfrigérant 1A	0,93	8600	400	148	0,84	10238,095	15,909	36869,76	38264,838
1B	0,93	8600	400	148	0,81	10617,284	16,498	36869,76	38368,033
P1580	0,9	1500	400	26,5	0,81	1851,852	2,973	6601,68	6856,496
P391	0,82	3600	400	10,2	0,82	4390,244	7,737	2541,024	5072,578
Compresseur 01	0,85	1320	400	214	0,83	1590,361	2,704	53311,68	53335,396
Compresseur 02	0,87	1110	400	178	0,84	1321,429	2,195	44343,36	44363,045
Départ circuit 4		841908	400		0,84	1002271,43	48,015	180537,264	1018401,55

Equipment	Cos ϕ	Pu (W)	Un (V)	In (A)	η	Pa (W)	Ia (A)	Qa (VAR)	Sa (VA)
P165	0.87	5500	400	10,9	0,84	6547,619	0,868	3695,972	7518,745
P305	0.88	7500	400	14,6	0,84	8928,571	0,884	4950,568	10209,188
S170	0.88	2200	400	38,7	0,85	2588,235	0,097	13122,396	13375,21
ES312	0.8	3500	400	5,2	0,86	4069,767	1,131	1763,216	4435,306
M314	0.7	500	400	1,5	0,82	609,756	0,587	508,62	794,038
AG310A	0.8	750	400	2,15	0,84	892,857	0,6	729,022	1152,678
P360	0.83	2200	400	4,8	0,87	2528,736	0,761	1627,584	3007,247
AG500	0.8	750	400	3,3	0,83	903,614	0,396	1118,964	1438,263
Départ circuit 6						27069,155	5,324	27516,342	41930,675

Équipement	Cos ϕ	Pu (W)	Ua (V)	In (A)	η	Pa	Ia	Qa (VAR)	Sa (VA)
P535	0,87	2200	400	5,15	0,84	2619,048	4,35	1475,096	3005,881
P545	0,78	2200	400	5015	0,84	2619,048	4,852	1645,299	3092,963
PV571	0,94	3000	400	6,8	0,81	3703,704	5,694	1930,654	4176,703
P615A	0,81	5500	400	11,25	0,85	6470,588	11,544	3914,306	7562,427
M316	0,55	370	400	1,33	0,83	445,783	1,171	397,152	597,036
P1025	0,87	3000	400	5,9	0,84	3571,429	5,932	2011,494	4098,928
Départ circuit						19429,6	33,543	11374,001	22533,938

II .4 .3 calculs de la puissance absorbée P_a (KW)

La puissance apparente absorbé Pa par la charge est dérivée de sa capacité nominale.

La puissance absorbée est souvent considérée comme la somme arithmétique de la puissance apparente de chaque récepteur (toutes les charges ont le même facteur de puissance)

Cependant, un simple calcul arithmétique est souvent effectué pour des raisons pratiques, en effet la valeur de puissance obtenue est supérieure à la valeur de puissance absbée, cette différence représente une « plage de conception » acceptable.

II .4 .4 Calcul de la puissance d'utilisation P_{ui} (KW)

L'estimation de la puissance réellement absorbée par une charge électrique tient compte du taux de charge du récepteur par rapport à sa puissance nominale. Ainsi, la détermination de cette puissance nécessite une bonne connaissance de facteur d'utilisation.

Elle est donnée par la relation suivante :

$$P_{ui}=K_U*P_n \quad \text{(II.4)}$$

Avec :

P_{ui} : puissance d'utilisation ;

P_n : puissance utile ;

K_U : facteur d'utilisation ;

II .4 .5 facteurs d'utilisation maximale (K_u)

Le régime de fonctionnement normal d'un récepteur peut être tel que sa puissance utilisée soit inférieure à sa puissance nominale installée, d'où la notion de facteur d'utilisation.

Ce dernier s'applique évidemment chaque récepteur .se vérifié pour des équipements comportant des moteurs susceptibles de fonctionner en dessous de leur plain charge. Dans une installation industrielle, ce facteur peut être estimé aux moyennes à 0.75 pour les moteurs. Pour l'éclairage et chauffages il sera toujours égal à 1. Pour les prises de courant tout dépôt de leur destination

II .4 .6 Facteur de simultanéité (K_s)

Tout le récepteur installé ne fonctionne pas simultanément. Si pour quoi il est permis d'appliqué le différent ensemble des récepteurs ou des circuits des facteurs de simultanéité.

Le facteur de simultanéité s'applique à chaque groupe de récepteur la détermination de ces facteurs simultanéité implique la connaissance détaillée de l'installation et de ses conditions d'exploitation

Le concepteur est responsable pour déterminer la clé de voûte car cela nécessite une compréhension approfondie de l'installation et des conditions compréhension sous lequel de l'installation et des conditions dans lesquelles chaque circuit individuel doit être utilisé. Chaque circuit individuel doit être utilisé.

Pour cette raison, il est impossible de fournir des valeurs précises pour une application large. Des valeurs pour une application large. [8]

Tableau II.4 : Facteur de simultanéité selon le nombre de récepteurs.

Nombre de départs	Ks
1	1
2 à 3	0,9
4 à 5	0,8
6 à 9	0,7
9 à 40	0,6
Plus de 40	0,5

La puissance est déterminée par la relation suivante :

$$P_{ui} = K_u \times P_a \quad (\text{II.5})$$

Le calcul de cette puissance consiste à prendre le maximum de toutes les puissances utiles le groupe de récepteurs alimentés par même branche et en le multipliant par le facteur de simultanéité correspondant. Elle est assurée par la relation suivante :

$$P_{uj} = K_s \times \sum_{i=1}^n P_{ui} \quad (\text{II.6})$$

Cette puissance nous servira ensuite, au calcul de la puissance à prévoir au poste de transformation et ce, en prenant en compte l'évolution de la charge.

$$P_{ut} = K_e \times \sum_{j=1}^n P_{uj} \quad (\text{II.7})$$

$$I_b = \frac{P_{ui} \times K_s}{\sqrt{3} \times U \times \cos\phi \times \eta} \quad (\text{II.8})$$

Tableau II.3 : Bilan de puissance utilisée dans l'installation.

Équipements	Ku	Pa (W)	Ia (A)	Qa (VAR)	Sa (VA)	Pui (W)	Iui(A)	Qui (VAR)	Sui (VA)	Ks
Aéroréfrigérant 1A	0,75	10238,09	15,91	36869,76	38264,84	7678,57	13,87	27652,32	28698,62	/
1B	0,75	10617,28	16,49	36869,76	38368,03	7962,96	14,38	27652,32	28776,02	/
P1580	0,75	1851,85	2,97	6601,68	6856,49	1388,88	2,50	4951,26	5142,37	/
P391	0,75	4390,24	7,73	2541,02	5072,57	3292,68	5,94	1905,76	3804,43	/
Compresseur 01	0,75	1590,36	2,70	53311,68	53335,39	1192,77	2,15	39983,7	40001,54	/
Compresseur 02	0,75	1321,42	2,19	44343,36	44363,04	991,07	1,79	33257,52	33272,28	/
Départ armoire Moeller	0,75	1002271,4	48,015	180537	1018402	751704	36,01	135402,94	763801,2	/
M850B	0,75	903,614	0,395	1118,96	1438,26	677,711	0,29	839,223	1078,697	/
Totale	/	1033184,3	96,426	362193,5	1206100,2	774888,2	830,61	271645,12	821122,9	/
Totale*Ks	/					542421,8		190151,59	574786,1	Ks=0,7

Équipement	Ku	Pa (W)	Ia (A)	Qa (VAR)	Sa (VA)	Pui (W)	Iui(A)	Qui (VAR)	Sui (VA)	Ks
P165	0,75	6547,619	0,868	3695,972	7518,745	4910,714	0,651	2771,979	5639,059	/
P305	0,75	8928,571	0,884	4950,568	10209,188	6696,429	0,663	3712,926	7656,891	/
S170	0,75	2588,235	0,097	13122,396	13375,210	1941,176	0,072	9841,797	10031,407	/
ES312	0,75	4069,767	1,131	1763,216	4435,306	3052,326	0,848	1322,412	3326,479	/
M314	0,75	609,756	0,587	508,62	794,038	457,317	0,441	381,465	595,529	/
AG310A	0,75	892,857	0,600	729,022	1152,678	669,643	0,450	546,767	864,509	/
P360	0,75	2528,736	0,761	1627,584	3007,247	1896,552	0,571	1220,688	2255,435	/
AG500	0,75	903,614	0,396	1118,964	1438,263	677,711	0,297	839,223	1078,697	/
Totale	/	27069,157	5,324	27516,342	41930,674	20301,867	41,834	20637,257	28949,304	/
Totale *Ks	/					16241,494		16509,805	23159,443	Ks=0,8

Equipment	Ku	Pa	Ia	Qa (VAR)2	Sa (VA)3	Pau (W)	Iau(A)	Qau (VAR)	Sau (VA)	Ks
P535	0,75	2619,048	4,350	1475,096	3005,881	1964,286	3,258	1106,322	2254,410	/
P545	0,75	2619,048	4,852	1645,299	3092,963	1964,286	3,352	1233,974	2319,722	/
PV571	0,75	3703,704	5,694	1930,654	4176,703	2777,778	4,527	1447,991	3132,527	/

P615A	0,75	6470,588	11,544	3914,306	7562,427	4852,941	8,196	2935,730	5671,821	/
M316	0,75	445,783	1,171	397,152	597,036	334,337	0,647	297,864	447,777	/
P1025	0,75	3571,429	5,932	2011,494	4098,928	2678,571	4,442	1408,046	3074,196	/
Départ	0,75	19429,599	33,544	11374,002	22533,938	14572,199	24,423	7961,801	16900,454	/
Totale	/	38859,198	67,087	22748,004	45067,876	29144,398	48,320	16391,728	33437,774	/
Totale *Ks	/					20401,0788		11474,2097	23406,4415	Ks=0,7

Tableau II.6 : Bilan de puissance totale de toute l'installation.

Dans notre installation, en introduisant un facteur de simultanéité qui est égal à 0.9, on obtient :

	Ks	P _{uj} [kW]	Q _{uj} [kVAR]	S _{uj} [kVA]	I _b [A]
TOTAL	0,9	521,157	196,322	556 ,908	804

II.6 Détermination des installations facteur de puissance global

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

Le facteur de puissance est le quotient de la puissance active total consommée sur la puissance apparente totale fournit c'est à dire

$$\cos\varphi = \frac{P_{ut}}{S_{ut}} \quad (\text{II.9})$$

$$\cos\varphi = \frac{521.157}{556.908} = 0.935$$

Tableau II.7 : Facteur de puissance total de l'installation.

P _{ut} [kW]	S _{ut} [kVA]	Cosφ
521.157	556.908	0,935

II.6 Choix et dimensionnement du transformateur

Le réseau délivré une tension 30 KV/400V la tension au niveau de récepteur est de 400 V

Afin de choisir le transformateur de puissance normalisée abdiquant de notre installation il s'intéresse au bilan de puissance totale utilisé qui nous permette grâce au tableau dans n°1

De déterminer la puissance apparente normaliser et donc le transformateur convenable.

Le choix de transformateur supportera une puissance apparente normalisée de 630kVA. [9]

II.6.1 Calcul du rapport de transformation

Déterminer le rapport transformation nécessite de savoir que notre transformateur est pair dans Dyn11, comme le montre le tableau 1 en annexe. Nécessite de savoir que notre transformateur est pair en Dyn11, comme le montre le tableau 1 en annexe. [13]

Pour cela, on va appliquer la formule suivante pour le calculer :

$$m = \frac{U_2}{U_1} \quad (\text{II.10})$$

Avec :

I_1, I_2 : Courant primaire et secondaire du transformateur.

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

U_1, U_2 : Tension primaire et secondaire du transformateur.

$$U_1 = 30000 \text{ (V)}$$

$$U_2 = 400 \text{ (V)}$$

A.N:

$$m = \frac{U_2}{U_1} = \frac{400}{30000} = 0.013$$

Le rapport de transformation est égal à : $m = 0,013$

II.6.2 Calcul du courant secondaire

L'équation qui détermine le courant alloué au secondaire du transformateur, du transformateur BT, la suivante :

$$I_n = \frac{S_n}{\sqrt{3} \times U_{20}} \quad (\text{II.11})$$

Avec :

I_n : Courant nominale du transformateur côté BT.

S_n : puissance assignée du transformateur (kVA).

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

A.N :

$$I_n = \frac{630 \times 10^3}{\sqrt{3} \times 400} = 909.32 \text{ A}$$

Le courant secondaire du transformateur est : $I_2 = 909.32 \text{ A}$.

II.6.3 Calcul du courant primaire :

Pour calculer le courant primaire du transformateur, on applique la formule suivante :

$$I_1 = \frac{m \times I_2}{\sqrt{3}} \quad (\text{II.11})$$

A.N:

$$I_1 = \frac{0,02309 \times 909.32}{\sqrt{3}} = 12.12 \text{ A}$$

Donc, le courant primaire du transformateur est égal à : $I_1 = 12.12 \text{ A}$.

II.4 Détermination de la tension de court-circuit U_{cc}

Pour le transformateur de distribution (norme NBN - HD 428 1 S1), U_{cc} a des valeurs normalisées.

D'après le tableau n°1 de l'annexe, on trouve que la tension de court-circuit de notre transformateur $U_{cc} = 4\%U$, ce qui nous donne $U_{cc} = 16 \text{ V}$

Le tableau suivant bilan, les caractéristiques du transformateur le mieux adapté à notre installation sont présentées dans le tableau suivant.

Tableau II.8 : Caractéristiques du transformateur adéquat pour l'installation.

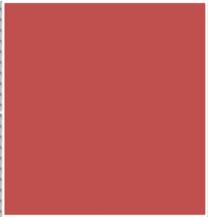
Puissance apparente [kVA]	Tension primaire [kV]	Tension secondaire [V]	Courant secondaire [A]	m	U_{cc} [V]	R_t [mΩ]	X_t [mΩ]
630	30	400	804	0,013	16	5,1	16,9

II.7 Choix et dimensionnement du groupe électrogène

Comme on peut le remarquer sur le schéma unifilaire de notre installation, nous constatons que toutes les charges doivent être alimentées même en cas de coupure de l'électricité, pour cela, nous allons choisir un groupe électrogène de la même puissance apparente normalisée que le transformateur, on choisit alors un groupe électrogène de 630 kVA.

Conclusion

On conclut que ce chapitre était très utile. On a su comment dimensionner et choisir un transformateur, en passant par différentes étapes du bilan de puissance ainsi que la détermination de facteur de puissance, le rapport de transformation et les deux courants primaire et secondaire.



Chapitre III :

section des câbles



III.1 Introduction

Le câble électrique est l'élément fondamental de transport de l'énergie électrique dans un réseau. Il faut donc le déterminer avec soin. En revanche et comme pour tout, l'investissement dans ce type de câble doit être le plus économique possible.

Son calcul doit donc tenir compte à la fois des aspects techniques et économiques. Dans ce présent chapitre, nous effectuerons le dimensionnement des équipements de transmission de puissance.

III.2 Calcul et choix de la section des câbles

III.2.1 Définition des câbles

Un câble est constitué d'un certain nombre de conducteurs, isolés électriquement mais liés mécaniquement, souvent enfermés dans une gaine de protection souple.

L'ensemble contient :

- Un ou plusieurs conducteurs isolés
- Leur revêtement individuel éventuel
- La protection d'assemblage éventuelle
- Le ou les revêtements de protection éventuels

Il peut également comprendre un ou plusieurs conducteurs non isolés.

III.2.2 Types de câbles

Il existe deux types de câbles :

A) Câble unipolaire ou câble à un conducteur :

Il s'agit d'un type de câble contenant un seul conducteur isolé. (Le terme unipolaire signifie qu'il forme l'une des phases d'un système triphasé).

B) Câble multipolaire ou multiconducteurs :

Les câbles comportent plusieurs conducteurs, dont certains peuvent ne pas être isolés. (Le terme multipolaire signifie qu'il forme les phases d'un système triphasé (câble tripolaire)).

III.2.3 Principale de la méthode de calcul

Selon les recommandations de la norme NF-C 15-100, le choix de la section des canalisations et des dispositifs de protection doit répondre à un certain nombre de conditions nécessaires pour assurer la sécurité du processus d'installation. La canalisation droite :

- Véhiculer le courant maximal d'emploi et ses pointes transitoires normales.
- Ne pas générer des chutes de tension supérieures aux valeurs admissibles.

Afin de pouvoir calculer la section des canalisations nous devons suivre les étapes suivantes :

1. Détermination de courant maximal d'emploi I_b et le normaliser.
2. Détermination du courant admissible dans les canalisations (courant fictif).
3. Déduire les sections des conducteurs.
4. Valider cette section par un calcul de la chute de tension.

III.2.3.1 Courant d'emploi.

Le courant maximum de fonctionnement I_e est déterminé en fonction de la nature de l'installation alimentée par la canalisation. En cas d'alimentation d'un appareil séparé, le courant sera égal au courant nominal de l'appareil alimenté. En revanche, si la canalisation alimente plusieurs appareils, le courant I_e sera égal au courant total absorbé, en tenant compte des facteurs d'utilisation et de simultanéité de l'installation. Dans le cas d'un démarrage de moteur ou d'une charge cyclique, les besoins en courant doivent être pris en compte au fur et à mesure que leurs effets thermiques s'accumulent. Certains paramètres peuvent être étendus au fil du temps. Le courant correspondant à cette extension sera ajouté à l'extension existante.

➤ En courant continu :
$$I_e = \frac{P}{U} = \frac{\text{puissance absorbée en (W)}}{\text{tension en service (V)}}$$

➤ En courant alternative :
$$I_e = \frac{S}{U} \quad \text{en monophasé}$$

$$I_e = \frac{S}{U\sqrt{3}} \quad \text{en triphasé}$$

Avec :

S : Puissance apparente absorbée (VA) ;

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

III.2.3.2 Courant admissible I_{ad}

Valeur maximale du courant qui peut circuler en continu à travers un conducteur dans des conditions données sans que sa température en régime permanent ne soit supérieure à une valeur spécifiée

$$I_{ad} \geq \frac{I_z}{K}$$

K : facteur de correction global qui caractérise l'influence des différentes conditions d'installation :

$$K = K_1 * K_2 * K_3 * K_s$$

I_z : courant d'emploi.

III.2.3.3 Chute de tension

La chute de tension due au courant circulant dans le conducteur doit être compatible avec la tension présente au départ et souhaitée à l'arrivée. Cette condition détermine ce que nous appelons K_z .

III.3.1 Les condition de dimensionnement des câbles

Le dimensionnement optimal des câbles doit tenir compte des conditions suivantes :

- Le mode de pose et la nature des milieux traversés.
- La température extrême du milieu ambiant.
- La tension et la nature du courant.
- L'intensité à transporter.
- La nature de l'âme.
- La longueur de la liaison.
- La chute de tension admissible.
- La valeur du courant de court-circuit et le temps de coupure sur défaut.
- Des conditions de sécurité, protection contre les contacts indirects.
- Une condition économique, cette condition, consiste à rechercher la section qui, en régime permanent, rend minimale la somme du coût d'investissement et du coût d'exploitation.

III.4 La section d'un câble

La détermination de la section transversale de l'âme d'un câble comprend le calcul de la plus petite section normalisée qui satisfait simultanément à trois conditions :

- **Echauffement normal**

La température de l'âme en fonctionnement normal et à long terme ne doit pas dépasser la température maximale tolérée par le matériau constituant le câble retenu. Cette condition détermine la partie que nous appelons S_{cc} en fonction du courant autorisé à travers le câble.

- **Surintensité due à un court-circuit**

La température atteinte par l'âme à l'issue d'une surintensité de courte durée, due par exemple à un court-circuit, ne doit pas dépasser la température dite de court-circuit permise par le matériau constituant le câble utilisé. Cette condition détermine la section efficace S_{min} .

- **Chute de tension**

La chute de tension due au courant circulant dans le conducteur doit être compatible avec la tension présente au départ et souhaitée à l'arrivée. Cette condition détermine en partie S .

III.5 Modes de pose

Les tableaux 1 à 3 indiquent les principaux modes de pose utilisés dans les réseaux industriels ; les autres modes de pose sont donnés dans la norme NF C 15-100 – tableau^o1 dans l'annexe pour chaque mode de pose sont indiqués :

- son numéro et sa lettre de sélection associés.
- les facteurs de correction à appliquer.

III.6 Facteurs de correction

a) Facteurs de correction pour des températures ambiantes différentes de 30 °C (canalisations non enterrées) : f_1

Lorsque le câblage électrique avec des éléments chauffants est encastré dans les murs, le courant admissible doit généralement être réduit en appliquant les facteurs de réduction du tableau 3.

Cela nécessite de connaître la répartition de la température dans les parois chauffées en contact avec les câbles électriques. Si la température s'écarte de 30 °C, le facteur de correction appliqué est donné par :

Câbles multiconducteurs ou groupes de câbles mono-conducteurs disposés en plusieurs couches : f5

Lorsque les câbles sont disposés en plusieurs couches, les facteurs de correction du tableau 5 doivent être appliqués.

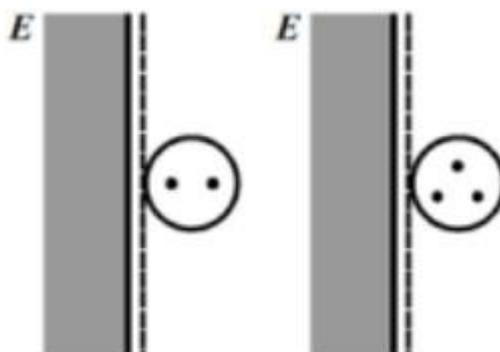


Illustration des modes de pose correspondant à la lettre de sélection

III.8.1 Calcul de la section technique

L'identification de cette pièce implique de trouver une pièce normalisée appartenant au type de câble sélectionné et répondant aux trois conditions suivantes :

- Échauffement normal ;
- Chute de tension admissible ;
- Surcharge due au court-circuit.

III.8.1.1 Calcul de la section selon l'échauffement S_j

En fonction des conditions environnementales et des critères de conducteur, un facteur de correction est appliqué pour déterminer le courant admissible du pipeline.

Les conditions de dimensionnement de l'installation sont les suivantes :

- ◆ Le mode de pose ;
- ◆ Le type d'éléments conducteurs ;
- ◆ L'influence mutuelle des autres circuits ;
- ◆ La température ambiante ;

- ◆ La nature de l'isolant ;
- ◆ L'intensité nominale du courant d'emploi I_b .

La méthode d'installation dans notre cas est : sous les gouttières, moulures, colonnes, encadrements de portes. Sélectionné selon la lettre E du tableau numéro 1. Le facteur K est obtenu en multipliant les facteurs de correction K_1 , K_2 , K_3 , K_n et K_s et avec $K_n=1$:

- Le facteur de correction K_1 prend en compte le mode de pose comme la montre (voir les **tableaux dans l'annexe**).
- Le facteur de correction K_2 prend en compte l'influence mutuelle des circuits placés côte à côte (voir les **tableaux dans l'annexe**).
- Le facteur de correction K_3 prend en compte la température ambiante et la nature de l'isolant (voir les **tableaux dans l'annexe**).

- Le facteur de correction K_n (conducteur Neutre chargé) (selon la norme NF C 15-100 §523.5.2) $K_n = 1$;

Le facteur de correction dit de symétrie K_s (selon la norme NF C 15-105 § B.5.2 et le nombre de câbles en parallèle). $K_s = 0,7$; $K_s=0.8$; $K_s=0.7$ pour 2 et 4 câbles par phase avec le respect de la symétrie.

➤ **Exemple de calcul :**

On a;

$$I_z' = \frac{I_z}{K} \quad \text{(III.9)}$$

$I_z = I_n$ ou juste supérieur, dans notre étude on prend $I_z = I_b \rightarrow I_z = 804A$.

$$K = K_1 \times K_2 \times K_3 \times K_n \times K_s \rightarrow K = 0.51$$

$$I_z' = \frac{804}{0.51} = 1576.47 \text{ A}$$

En se plaçant dans la ligne correspondant à la lettre de choix E dans le tableau 16, dans la colonne PVC (cuivre) du tableau numéro 16, on sélectionne immédiatement une valeur supérieure à 1576.47A, donnant le courant admissible $I_{ad} = 1696 \text{ A}$ et un paragraphe. $S_j = 4 \times 185 \text{ mm}^2$.

Les résultats obtenus pour chaque circuit sont résumés dans les tableaux ci-dessous :

Tableau III.9 : Résultats de calcul de la section selon l'échauffement.

Récepteurs	$I_z(A)$	K	I_z'	Nature de câble	$I_{ad}(A)$	$S_i(\text{mm}^2)$
Transformateur	804	0.51	1576.47	Cuivre PVC	1696	4*185
Aéroréfrigérant 1A	11,93	0,47	25,38	Cuivre PVC	30	2,5
1B	12,53	0,51	24,56	Cuivre PVC	25	2,5
P1580	2,23	0,31	7,19	Cuivre PVC	15,5	1,5
P391	5,8	0,31	18,7	Cuivre PVC	19,5	1,5
Compresseur 01	5,8	0,3	19,33	Cuivre PVC	21	2,5
Compresseur 02	1,64	0,3	5,46	Cuivre PVC	15,5	1,5
Départ armoire Moeller	36,01	0,3	120,03	Cuivre PVC	134	50
M850B	0,29	0,41	0,7	Cuivre PVC	17,5	1,5

Équipement	Iz(A)	K	Iz'(A)	Nature de câble	Iad (A)	Si(mm ²)
P165	0,651	0,54	1,2	Cuivre PVC	18,5	1,5
P305	0,663	0,54	1,22	Cuivre PVC	18,5	1,5
S170	0,072	0,59	0,12	Cuivre PVC	18,5	1,5
ES312	0,848	0,36	2,35	Cuivre PVC	15,5	1,5
M314	0,441	0,59	0,74	Cuivre PVC	15,5	1,5
AG310A	0,45	0,36	1,25	Cuivre PVC	18,5	1,5
P360	0,571	0,54	1,07	Cuivre PVC	18,5	1,5
AG500	0,297	0,36	0,83	Cuivre PVC	15,5	1,5

Équipement	Iz(A)	K	Iz'(A)	Nature de câble	Iad (A)	Si(mm ²)
P535	3,263	0,47	6,94	Cuivre PVC	17,5	1,5
P545	3,639	0,47	7,74	Cuivre PVC	17,5	1,5
PV571	4,270	0,33	12,93	Cuivre PVC	15,5	1,5
P615A	8,658	0,33	26,23	Cuivre PVC	17,5	1,5
M316	0,878	0,34	2,58	Cuivre PVC	15,5	1,5
P1025	4,449	0,41	10,85	Cuivre PVC	17,5	1,5
Départ	25,158	0,45	55,9	Cuivre PVC	57	10

III.8.2.2 Calcul de la section selon la chute de tension Sz

La chute de tension sur une canalisation est calculée par les formules ci-dessous

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

Tableau II.10 : Formule de calcul de la chute de tension

Pour notre étude on utilise la formule suivante :

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

$$\rightarrow \Delta U = \sqrt{3} \times I_b \left(\frac{\rho \times L}{S} \times \cos \varphi + \lambda \times L \times \sin \varphi \right) \quad (\text{III.10})$$

Avec :

I_b : courant d'emploi en ampère.

ρ : Résistivité du conducteur en service normal, $\rho = 0,0225 \Omega\text{mm}^2/\text{m}$ pour le cuivre.

L : longueur du câble en m ;

S : section des conducteurs en mm^2 ;

λ : Réactance linéique des conducteurs, $\lambda = 0,08 \times 10^{-3} \Omega/\text{m}$ pour les câbles tripolaires.

- **Exemple de calcul :**

On a:

En se plaçant dans la ligne correspondant à la lettre de choix E dans le tableau 07, dans la colonne PVC (cuivre) du tableau numéro 7 ;

$U = 400 \text{ V}$, $I_b = 804 \text{ A}$, $L = 10 \text{ m}$, $S_j = 4 \times 185 \text{ mm}^2$, $\cos \varphi = 0,8$; $\sin \varphi = 0,6$.

$$\Delta U = \sqrt{3} \times I_b \left(\frac{0,0225 \times L}{S_j} \times \cos \varphi + \lambda \times L \times \sin \varphi \right)$$

$$\Delta U = \sqrt{3} \times 804 \left(\frac{0,0225 \times 10}{4 \times 185} \times 0,8 + 0,08 \times 10^{-3} \times 10 \times 0,6 \right)$$

$$\Delta U = 0.34 \text{ V}$$

En pourcentage on aura : $\frac{\Delta U}{U_n} \times 100 \rightarrow \frac{0.34}{400} \times 100 = 0.084 \%$

La chute de tension calculée est inférieure à la chute de tension admissible (8%) indiquée dans le tableau ci-dessous, donc la section de notre câble est convenable :

S_z = 4*185 mm².

Tableau III.11 : Vérification des sections par rapport aux chutes de tensions.

Récepteurs	I _z (A)	Cos (φ)	L(m)	R(Ω)	X(Ω)	ΔU (V)	ΔU %	SJ (mm ²)	S _{cc} (mm ²)
Transformateur	804	0.8	10	123.4	0.9	167,58	41,895	4*185	4*185
Aéroréfrigérant 1A	11,93	0,93	5	37,02	0,45	0,748	0,187	2,5	2,5
1B	12,53	0,93	10	74,04	0,9	1,571	0,393	2,5	2,5
P1580	2,23	0,9	20	246,8	1,8	0,930	0,232	1,5	1,5

P391	5,8	0,82	25	308,5	2,25	3,022	0,756	1,5	1,5
Compresseur 01	5,8	0,85	30	222,12	2,7	2,182	0,545	2,5	2,5
Compresseur 02	1,64	0,87	35	431,9	3,15	1,196	0,299	1,5	1,5
Départ armoire Moeller	36,01	0,8	10	3,702	0,9	0,254	0,064	50	50

Équipement	Iz(A)	Cos (φ)	L(m)	R(Ω)	X(Ω)	ΔU (V)	ΔU %	Si(mm ²)	Scc(mm ²)
P165	0,651	0,87	15	185,1	1,35	0,203	0,051	1,5	1,5
P305	0,663	0,88	10	123,4	0,9	0,138	0,035	1,5	1,5
S170	0,072	0,88	5	61,7	0,45	0,008	0,002	1,5	1,5
ES312	0,848	0,8	20	246,8	1,8	0,353	0,088	1,5	1,5
M314	0,441	0,7	10	123,4	0,9	0,092	0,023	1,5	1,5
AG310A	0,45	0,8	15	185,1	1,35	0,141	0,035	1,5	1,5
P360	0,571	0,83	5	61,7	0,45	0,060	0,015	1,5	1,5
AG500	0,297	0,8	10	123,4	0,9	0,062	0,016	1,5	1,5

Équipement	Iz(A)	Cos (φ)	L(m)	R(Ω)	X(Ω)	ΔU (V)	ΔU %	SJ (mm ²)	Scc(mm ²)
P535	3,263	0,87	6	74,04	0,54	0,407	0,102	1,5	1,5
P545	3,639	0,78	12	148,08	1,08	0,907	0,227	1,5	1,5
PV571	4,27	0,94	15	185,1	1,35	1,330	0,333	1,5	1,5
P615A	8,658	0,81	20	246,8	1,8	3,596	0,899	1,5	1,5
M316	0,878	0,55	25	308,5	2,25	0,457	0,114	1,5	1,5
P1025	4,449	0,87	30	370,2	2,7	2,772	0,693	1,5	1,5
Départ	25,158	0,8	15	27,765	1,35	1,176	0,294	10	10

Remarque :

D'après les calculs effectués dans le tableau ci-dessus on constate que la chute de tension calculée est inférieure à la chute de tension admissible pour cela des sections calculées précédemment conviennent.

III.8.2.3 Vérification des sections calculées selon la surcharge due au court-circuit

Pendant le temps de réponse du dispositif de protection, l'énergie émise par le câble ne doit pas endommager le dispositif de protection. Le terme clé « charge thermique » ne doit pas être dépassé.

Si le courant de court-circuit traverse le conducteur de la canalisation pendant une durée très courte (jusqu'à 5 secondes), le processus de chauffage est considéré comme adiabatique.

Cela signifie que l'énergie stockée reste dans le métal du noyau et n'est pas transférée à l'isolant. Par conséquent, il est nécessaire de vérifier si la charge thermique lors d'un court-circuit est inférieure à la charge thermique admissible du conducteur.

Contrainte thermique $>I_{cc}^2 \times t_c$

Avec :

I_{cc} : courant de court-circuit en A ;

t_c : temps de coupure du dispositif de protection en seconde, pour notre étude **t_c=0,2s**;

Contrainte thermique : donnée par la formule : **S²×K²** ;

S : section des conducteurs en mm² ;

La valeur de k dépend du matériau de l'âme et de la nature de l'isolant (**tableau n°6**).

Pour faciliter le calcul du courant de court-circuit (I_{cc}) en différents points du système, nous utilisons la méthode combinée, qui est une méthode plus courte et plus pratique.

Cette dernière est la plus simple.

Si vous connaissez le courant de court-circuit triphasé au démarrage du système, vous pouvez estimer le courant de court-circuit virtuel I_{k3} à l'extrémité d'un tuyau d'une longueur et d'une section donnée. Cette méthode s'applique aux systèmes dont la puissance n'excède pas 400 kVA (c'est le cas dans notre étude). Le courant de court-circuit maximal en chaque point du système est déterminé selon le tableau numéro 6.

- I_{k3} "Amont" (kA).
- La longueur du câble (m).
- La section des conducteurs de phases (mm²).
- La nature des conducteurs, dans notre cas c'est le cuivre.

➤ **Calcul de courant de court-circuit au niveau secondaire (en aval) de transformateur :**

Pour notre transformateur de 400kVA :

$$I_{cc} = \frac{S_{cc}}{\sqrt{3} \times U_n} \times \frac{1}{U_{cc}} \quad . \quad \text{(III.11)}$$

Avec :

I_{cc} : courant de court-circuit en kA.

Sn : puissance apparente en kVA.

Un : tension nominale en V.

Ucc : tension de court-circuit.

AN:

$$I_{cc} = \frac{630 \times 10^3}{\sqrt{3} \times 400} \times \frac{4}{100} \rightarrow I_{cc} = 0.036\%$$

- **Exemple de calcul**

Le câble en cuivre, l'isolant est en PVC.

Le résultat obtenu est vérifié par rapport au **tableau n°7**.

-La section calculée $S=50\text{mm}^2$.

-Le temps de coupure $t_c=0,2$ s.

- I_{cc} amont=4.62 kA.

A partir du **tableau n°7** : $50\text{mm}^2 \rightarrow 5,1\text{m} ; 5\text{kA} \rightarrow 4.62\text{kA}$

$$S > \frac{I_{cc} \times \sqrt{t_c}}{k} \tag{III.12}$$

AN:

$$4 \times 185 > \frac{14.3 \times \sqrt{0.2}}{115} = \mathbf{51.26}$$

Donc la section calculée est convenable $S_{cc} = 4 \times 185\text{mm}^2$.

Tableau III.12 : Vérification des sections calculées selon la surcharge due au court-circuit

Récepteurs	K	I _{cc} (A)	$\frac{I_{cc} \times \sqrt{t_c}}{k}$	S _j (mm ²)	S _{cc} (mm ²)
Transformateur	115	3.6	13.77	4*185	4*185
Aéroréfrigérant 1A	115	1.8	6.88	2,5	10
1B	115	4.1	15.68	2,5	16
P1580	115	1.8	6.88	1,5	10
P391	115	0.9	3.44	1,5	4
Compresseur 01	115	0.9	3.44	2,5	4
Compresseur 02	115	0.9	3.44	1,5	4
Départ armoire Moeller	115	0.9	3.44	50	50
M850B	115	2.4	9.18	2.5	10

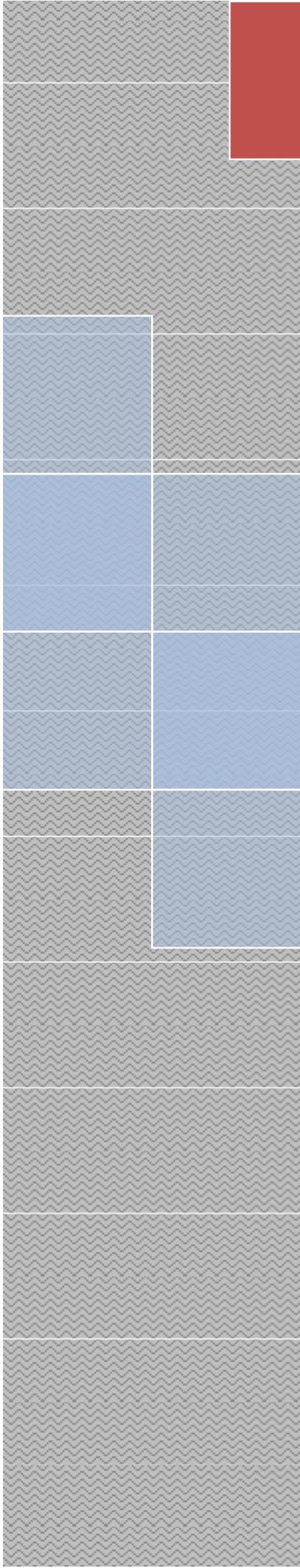
Équipement	K	Icc (A)	$\frac{Icc \times \sqrt{tc}}{k}$	Sj (mm ²)	Scs(mm ²)
P165	115	1.3	4.97	1,5	6
P305	115	1.8	6.88	1,5	10
S170	115	3.2	1.2	1,5	1.5
ES312	115	0.9	3.44	1,5	4
M314	115	1.8	6.88	1,5	10
AG310A	115	1.3	4.97	1,5	6
P360	115	3.2	1.2	1,5	1.5
AG500	115	1.8	6.88	1,5	10

Équipement	K	Icc (A)	$\frac{Icc \times \sqrt{tc}}{k}$	Sj (mm ²)	Scs(mm ²)
P535	115	2.4	9.18	1,5	10
P545	115	1.3	4.97	1,5	6
PV571	115	1.3	4.97	1,5	6
P615A	115	0.9	3.44	1,5	4
M316	115	0.9	3.44	1,5	4
P1025	115	0.9	3.44	1,5	4
Départ	115	1.3	4.97	10	10

Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons présenté les différentes méthodes de calculs et vérification des sections des conducteurs au niveau de chaque traçons de notre installation.

Ensuite nous avons dimensionné les sections des câbles de chaque récepteur. Pae la siute nous avons calculé les courants de court-circuit afin de dimensionner les dispositifs de protection de chaque récepteur. .



Conclusion générale



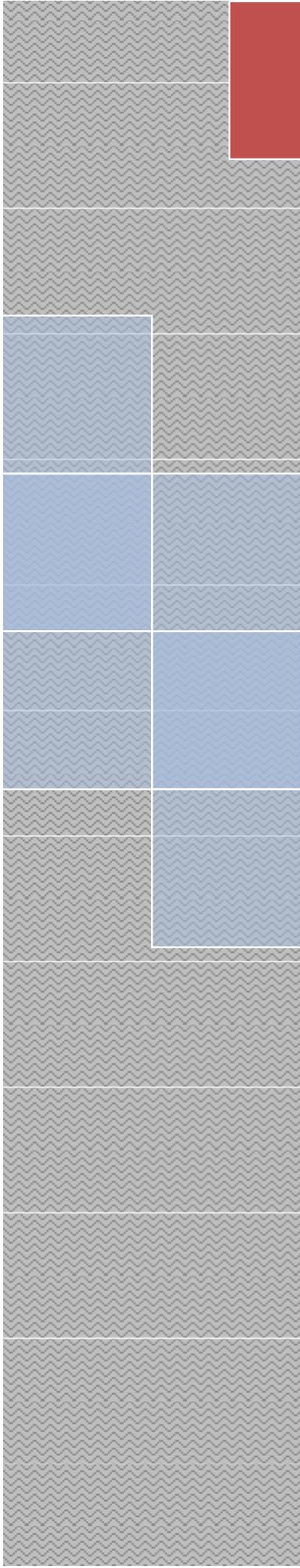
Conclusion générale :

A trvers ce travail, nous avons passé en revue toutes les étapes utiles pour l'étude et conception d'une installation électrique industrielle.

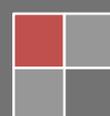
Pour cela nous avons commencé par une description générale des installations électrique industrielle.

La deuxième partie nous a permet de présenter le schéma unifilaire ainsi que les différents récepteurs de chaque partie de notre installation.

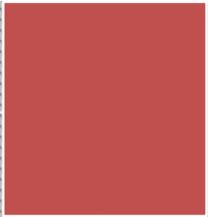
En conclusion, ce mémoire nous a permis de découvrir les démarches à suivre pour réaliser une étude et déterminer la puissance apparente de l'installation électrique ainsi que la méthodologie de démentationement déc analysation électrique.



Références bibliographique



- [01] J. Marie BROUST, `` Appareillages et installations électriques industriels``, Dunod, Paris, 2008.
- [02] A. BIANCOTE et P. BOYE, `` La construction normalisée en électrotechnique``, Tome 1, Delagrave, Juillet 1997.
- [03] C. PREVE et R. JEANOTE, `` Guide de conception des réseaux électriques industriels``, Rapport technique, Schneider Electric N°68883 427/A, Février 1997.
- [04] S. LOGIACO, ``Etudes de sûreté des installations électriques``, Cahier technique N°184, Schneider Electric, Janvier 1999.
- [05] Le Grand, Guide technique, `` Coordination entre les dispositifs de protection``, Rapport technique, Janvier 2015.
- [06] Schneider Electric, `` Guide de la distribution BT et HTA``, Rapport technique, 2012.
- [07] Union Technique de l'Electricité et de la Communication (UTE), `` Installations électriques à basse tension``, Décembre 2002.
- [08] SIEMENS S.A : solution and service « La connaissance de l'intensité du court-circuit aux différents points de l'installation ».
- [09] M. HACHOUD, F. TIBERANINE, « Etude de la protection numérique Sepam 200 d'un réseau électrique HTA 30 kV appliquée au départ Bouhinoun », mémoire de mastre académique, université UMMTO (2010).
- [10] M. ODDI, « Plan de protection des réseaux de distribution publique à moyenne tension-Principes », Techniques de l'ingénieur D4811.
- [11] N.B & R.P, « Construction du matériel électrique », Tome II, III et IV.
- [12] M. ZELLAGUI, « Etude des protections des réseaux électriques MT 30 kV et 10 kV », mémoire de master, université de Constantine.
- [13] SCHNEIDER ELECTRIC, « Guide de l'installation électrique », (2010).
- [14] B. AZZOUG, « Etude et redimensionnement des systèmes de protection des personnes et des matériels de l'unité Cevital », mémoire de master, université de Béjaia (2003).
- [15] H. ABBAS, S. AIT MOKHTAR, « Etude et dimensionnement électrique de la raffinerie sucre liquide Cevital », mémoire de master, université de Béjaia (2015/2016).
- [16] Technique de l'ingénieur, « Protection des réseaux moyenne tension de distribution publique », D4018.
- [17] H. ABBAS, S. AIT MOKHTAR, « Etude et dimensionnement électrique de la raffinerie
- [18] SCHNEIDER ELECTRIC, « Guide de l'installation électrique », (2010).



Annexe

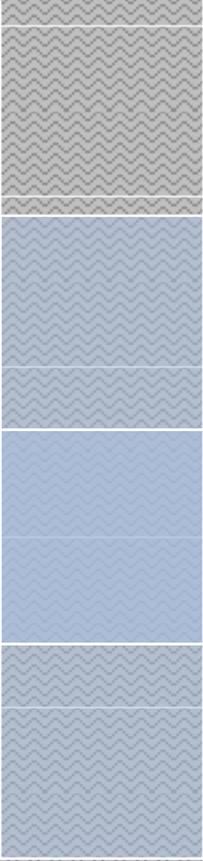
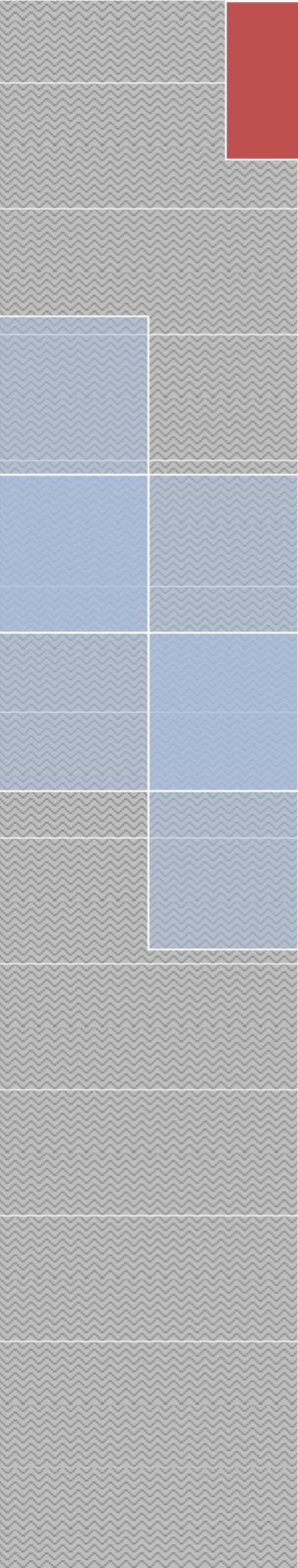
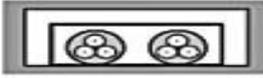
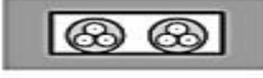
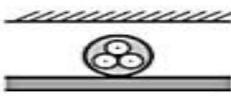
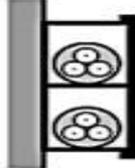


Tableau 1 : modes de pose pour les lettres de sélection C, E et F

Exemple	Description	N°	Lettre de sélection		Facteurs de correction				
					f_0	à appliquer			
	- câbles mono ou multiconducteurs avec ou sans armure :								
	- fixés sur un mur	11	C		1	f_1	f_4	f_5	
	- fixés à un plafond	11A	C		0,95	f_1	f_4	f_5	
	- sur des chemins de câbles ou tablettes non perforés	12	C		1	f_1	f_4	f_5	
				câbles					
				multi-conducteurs	mono-conducteurs				
	- sur des chemins de câbles ou tablettes perforés en parcours horizontal ou vertical	13	E	F	1	f_1	f_4	f_5	
	- sur des corbeaux	14	E	F	1	f_1	f_4	f_5	
	- sur des échelles à câbles	16	E	F	1	f_1	f_4	f_5	

Tableau 2 : modes de pose pour la lettre de sélection B

Exemple	Description	N°	Lettre de sélection	Facteurs de correction à appliquer				
				f_0	f_1	f_4	f_5	
	Câbles mono ou multiconducteurs dans des vides de construction	21	B	0,95	f_1	f_4	f_5	–
	Câbles mono ou multiconducteurs dans des conduits dans des vides de construction	22A	B	0,865	f_1	f_4	f_5	f_6
	Câbles mono ou multiconducteurs dans des conduits profilés dans des vides de construction	23A	B	0,865	f_1	f_4	f_5	f_6
	Câbles mono ou multiconducteurs dans des conduits profilés noyés dans la construction	24A	B	0,865	f_1	f_4	f_5	f_7
	Câbles mono ou multiconducteurs : - dans des faux-plafonds - dans des plafonds suspendus	25	B	0,95	f_1	f_4	f_5	–
	Câbles mono ou multiconducteurs dans des goulottes fixées aux parois : - en parcours horizontal	31A	B	0,9	f_1	f_4	f_5	–
	- en parcours vertical	32A	B	0,9	f_1	f_4	f_5	–

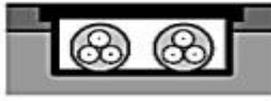
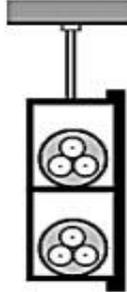
Exemple	Description	N°	Lettre de sélection	Facteurs de correction à appliquer				
				f_0	f_1	f_4	f_5	
	Câbles mono ou multiconducteurs dans des goulottes encastrées dans des planchers	33A	B	0,9	f_1	f_4	f_5	–
	Câble mono ou multiconducteurs dans des goulottes suspendues	34A	B	0,9	f_1	f_4	f_5	–
	Câbles multiconducteurs dans des caniveaux fermés, en parcours horizontal ou vertical	41	B	0,95	f_1	f_4	f_5	–
	Câbles mono ou multiconducteurs dans des caniveaux ouverts ou ventilés	43	B	1	f_1	f_4	f_5	–

Tableau 3 : facteurs de correction pour des températures ambiantes < Tes 30 °C (canalisations non enterrées) f1.

Températures ambiantes (°C) θ_0	Isolation		
	Elastomères (caoutchouc) $\theta_p = 60\text{ °C}$	PVC $\theta_p = 70\text{ °C}$	PR et EPR $\theta_p = 90\text{ °C}$
10	1,29	1,22	1,15
15	1,22	1,17	1,12
20	1,15	1,12	1,08
25	1,07	1,06	1,04
35	0,93	0,94	0,96
40	0,82	0,87	0,91
45	0,71	0,79	0,87
50	0,58	0,71	0,82
55	-	0,61	0,76
60	-	0,50	0,71
65	-	-	0,65
70	-	-	0,58
75	-	-	0,50
80	-	-	0,41
85	-	-	-
90	-	-	-
95	-	-	-

Tableau 4 : facteurs de correction pour groupement de câbles multiconducteurs ou groupes de câbles mono-conducteurs jointifs.

N° des modes de pose	Nombre de câbles multiconducteurs ou groupes de câbles monoconducteurs jointifs											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	12	16	20
21, 22A, 23A, 24A, 25, 31, 31A, 32, 32A, 33A, 34A, 41, 43	1,00	0,80	0,70	0,65	0,60	0,55	0,55	0,50	0,50	0,45	0,40	0,40
11, 12	1,00	0,85	0,79	0,75	0,73	0,72	0,72	0,71	0,70	Pas de facteur de réduction supplémentaire pour plus de 9 câbles		
11A	1,00	0,85	0,76	0,72	0,69	0,67	0,66	0,65	0,64			
13	1,00	0,88	0,82	0,77	0,75	0,73	0,73	0,72	0,72			
14, 16	1,00	0,88	0,82	0,80	0,80	0,79	0,79	0,78	0,78			

Tableau 5 : Facteurs de correction pour groupement de câbles multiconducteurs ou groupes de câbles mono-conducteurs disposés en plusieurs couches

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

Tableau 6 : courants admissibles (en Ampère) par les canalisations dans les conditions standards d'installation f_0 à $f_{10} = 1$ pour les lettres de sélection B, C, E, F

Lettre de sélection	Isolant et nombre de conducteurs chargés								
	PVC 3	PVC 2		PR 3		PR 2			
B	PVC 3	PVC 2		PR 3		PR 2			
C		PVC 3		PVC 2	PR 3		PR 2		
E			PVC 3		PVC 2	PR 3		PR 2	
F				PVC 3		PVC 2	PR 3		PR 2
Section (mm ²) Cuivre									
1,5	15,5	17,5	18,5	19,5	22	23	24	26	
2,5	21	24	25	27	30	31	33	36	
4	28	32	34	36	40	42	45	49	
6	36	41	43	48	51	54	58	63	
10	50	57	60	63	70	75	80	86	
16	68	76	80	85	94	100	107	115	
25	89	96	101	112	119	127	138	149	161
35	110	119	126	138	147	158	169	185	200
50	134	144	153	168	179	192	207	225	242
70	171	184	196	213	229	246	268	289	310
95	207	223	238	258	278	298	328	352	377
120	239	259	276	299	322	346	382	410	437
150		299	319	344	371	395	441	473	504
185		341	364	392	424	450	506	542	575
240		403	430	461	500	538	599	641	679
300		464	497	530	576	621	693	741	783
400					656	754	825		940
500					749	868	946		1083
630					855	1005	1088		1254

Repère	Circuit
Aéroréfrigérant 1A	Pompe Aéroréfrigérant 1A
1B	Pompe Aéroréfrigérant 1B
P1580	Pompe volumétrique
P391	Prise intérieur
Compresseur 01	Compresseur 01
Compresseur 02	Compresseur 02
Départ armoire Moeller	Départ armoire Moeller
M 850b	Moteur 01
P165	Pompe volumétrique
P305	Prise intérieur
S170	Moteur 02
ES312	Eclairage intérieur
M314	Moteur 03
AG310A	Pompe volumétrique
P360	Pompe volumétrique
AG500	Pompe volumétrique
P535	Prise intérieur
P545	Pompe centrifuge
PV571	Pompe centrifuge
P615A	Pompe centrifuge
M316	Moteur 04
P1025	Pompe centrifuge