



Faculté de Technologie
Département de Génie Electrique

Mémoire de Fin d'étude

En vue de l'obtention du diplôme de MASTER en électrotechnique
Option : Electrotechnique industrielle et commandes électriques

Thème

Étude du circuit d'alimentation électrique de secours de la raffinerie sucre de l'entreprise CEVITAL

Préparé par :

Mr. Bourihane Abdelhafid, option : EI
Mr. Mameri Rafik, option : CE

Encadré par :

Dr. A.Bouzidi
Mr. S.Mekbel

Année Universitaire : 2018/2019

Remerciements

Premièrement on remercie DIEU le tout puissant qui nous a donné la volonté et le courage de réaliser ce projet.

Nous tenons à remercier notre encadreur Dr. A. BOUZIDI pour les informations et instructions données pour faire aboutir notre travail.

On remercie aussi notre co-encadreur Mr S. MEKBEL pour son aide, ses encouragements, ainsi que tous le personnel de la direction technique de CEVITAL.

Tous nos remerciements vont aux professeurs qui nous ont enseignés tous le long de notre parcours académique.

Dédicaces

A ma très chère mère, mon père, ma sœur Ghania, mon frère Nazim et a ma grand-mère ainsi que toute ma famille, je vous dédie ce travail avec tous mes vœux de bonheur et de réussite.

A Mouméne, Messi, Mokhtar, Nabil, Kiki, Didine, Amirouche, sofiane, Billel, Farah, Asma, Tarik, Rafik, Mouhamed, Nacer, Badis, Moumouh, Abdelhek, Hacem, Felicia, Asel, ainsi qu'à tous mes amis et camarades des groupes commande, auto et électrotechnique industriel.

A Kamel, Yacine et Yahia ABDELI

A M^{me}OURTMACHE enseignante de ma première année primaire.

A tous mes amis du quartier Ighil Ouazoug.

"A. H. Afid"

Dédicaces

*A ma très chère mère, mon père ainsi que toute ma famille, je vous dédie ce travail
avec tous mes vœux de bonheur et de réussite.*

*A toute l'équipe technique et adhérents du club sportif « Bougie Muscle », je ne
peux trouver les mots pour exprimer ma gratitude. En témoignage de l'amitié et les
moments passés ensemble, je vous dédie ce travail en vous souhaitant le meilleur
pour le reste de votre vie.*

*A notre délégué de groupe Mr. Moustafa CHELGHOUM, pour tous ces efforts
consentis pour le bon déroulement de notre scolarité en cours de nos deux années
en master.*

A l'équipe R-3-6-9, en particulier Mahmoud et tous mes amis à l'étranger.

A toutes les personnes que j'aime.

“Rafik”

LISTE DES FIGURES

Figure I.1. Situation géographique du complexe « CEVITAL »	4
Figure I.2. Organigramme des unités de Cevital	5
Figure I.3. Organigramme de la direction industrielle	5
Figure II.1. Structure générale d'un réseau électrique	9
Figure II.2. Architecture-en simple antenne	10
Figure II.3. Architectures-en double antenne	11
Figure II.4. Architectures-en double dérivation	11
Figure II.5. Architecture-en double jeu de barre.....	12
Figure II.6. Architectures-en boucle ouverte	12
Figure II.7. Architectures-en boucle fermer.....	13
Figure II.8. Architecture-en production locale	13
Figure II.9. Architecture-en remplacement.....	14
Figure II.10. Schéma unifilaire du réseau MT du complexe CEVITAL	15
Figure II.11. Principe de Cogénération.....	17
Figure II.12. Schéma électrique de la raffinerie de sucre	19
Figure II.13. Transformateur abaisseur de tension 30kV/400V de la raffinerie sucre CEVITAL	20
Figure II.14. Groupe électrogène.....	20
Figure II.15. Exemple de plaque d'identification groupe électrogène	22
Figure II.16. Groupe électrogène de la raffinerie sucre CEVITAL	23
Figure II.17. Alternateur triphasé du groupe électrogène	24
Figure II.18. Plaque signalétique de l'alternateur du groupe de la raffinerie de sucre 3500T/J.....	24

Figure II.19. Module de contrôle et de commande électronique	25
Figure II.20. Pupitre de commande du groupe électrogène.....	25
Figure II.21. Description des éléments de l'écran du pupitre.....	26
Figure II.22. Exemple d'armoire TGBT.....	28
Figure III.1. Colonne électrique au sein de la raffinerie	30
Figure IV.1. Constitution du câble électrique U1000R2V.....	54
Figure IV.2. Mode de pose sur échelle, corbeau, chemin de câble perforé.....	57
Figure IV.3. Image réel représentant le câble utilisé pour l'alimentation du GE	60
Figure IV.4. Sélectivité ampérométrique.....	79
Figure IV.5. Sélectivité chronométrique.....	80
Figure V.1. Nouveau GE ATLAS COPCO prévus	82
Figure V.2. Connexion de deux GE via répartiteur.....	86
Figure V.3. Synchroscope des deux GE	87
Figure V.4. GE de la raffinerie sucre roux	88
Figure V.5. Plaque signalétique de l'alternateur groupe électrogène de la raffinerie de sucre roux	89
Figure V.6. Schéma de compensation des deux groupes électrogène.....	90
Figure V.7. Diagramme des puissances.....	91
Figure V.8. Schéma de compensation globale	92
Figure V.9. Schéma de la compensation partielle	93
Figure V.10. Schéma de la compensation individuelle	94
Figure V.11. Schéma de batterie de condensateurs fixes	94
Figure V.12. Schéma de batterie de compensation automatique.....	95

LISTE DES TABLEAUX

Tableau III.1. Bilan de puissance installée du TGBT 2	30
Tableau III.2. Bilan de puissance installée du TGBT 3	35
Tableau III.3. Bilan de puissance installée du TGBT 4	37
Tableau III.4. Facteurs d'utilisation selon le type d'utilisation	42
Tableau III.5. Facteurs de simultanéité	42
Tableau III.6. Bilan de puissance d'utilisation TGBT 2	44
Tableau III.7. Bilan de puissance d'utilisation TGBT 3	46
Tableau III.8. Bilan de puissance d'utilisation TGBT 4	47
Tableau III.9. Puissance d'utilisation des équipements prioritaire du TGBT 2.....	51
Tableau III.10. Puissance d'utilisation des équipements prioritaire du TGBT 3.....	50
Tableau III.11. Puissance d'utilisation des équipements prioritaire du TGBT 4.....	51
Tableau IV.1. Valeurs des sections calculées du TGBT 2 par rapport à l'échauffement.....	58
Tableau IV.2. Valeurs des sections calculées du TGBT 3 par rapport à l'échauffement.....	58
Tableau IV.3. Valeurs des sections calculées du TGBT 4 par rapport à l'échauffement.....	59
Tableau IV.4. Chute de tension de différents conducteurs.....	60
Tableau IV.5. Impédance et réactance des différentes puissances de court-circuit	65
Tableau IV.6. Calcul de court-circuit pour les différentes parties de l'installation.....	67
Tableau IV.7. Valeur du coefficient K conformément a la norme NFC- 100.....	68
Tableau IV.8. Calcul des sections des jeux de barres.....	70
Tableau IV.9. Valeur de K6	72
Tableau V.1. Puissance d'utilisation des équipements prioritaires de la raffinerie sucre roux	87
Tableau V.2. Puissance des groupes électrogènes après couplage	89
Tableau V.3. Puissance réactive fournis par les batteries de compensations	90

Abréviation

ICUMSA : International Commission for Uniforme Methods of Sugar

HTA : Haute Tension A

HTB : Haute Tension B

BT : Basse Tension

MT : Moyen Tension

HT : Haute Tension

TGHT : Tableau Générale Haute Tension

TGBT : Tableau Générale Basse Tension

CMT : Cellule Moyenne Tension

RPM : Rotation Par Minute

PDC : Pouvoir De Coupure

SLT : Schéma de Liaison à la Terre

GE : Groupe Electrogène

CPI : Contrôle Permanent d'Isolement

NF : Norme Française

UI : Unité International

CEI : Commission Electrotechnique International

Introduction générale 1

Chapitre I

Introduction..... 3

Problématique 3

I.1 description général du complexe CEVITAL..... 3

I.1.1 historique..... 3

I.1.2 situation géographique..... 4

I.1.3 activités principales de CEVITAL..... 4

I.1.4 Organigramme de l'entreprise CEVITAL..... 5

I.1.4.1 Organigramme des unités de CEVITAL 5

I.1.4.2 Organigramme de la direction industrielle..... 5

I.2 Différentes étapes de raffinage de sucre roux..... 6

I.2.1 Section 1 : Affinage et Refonte 6

I.2.2 Section 2 Carbonatation 6

I.2.3 Section 3 Filtration 6

I.2.4 Section 4 Décoloration..... 7

I.2.5 Section 5 Concentration..... 7

I.2.6 section 6 Cristallisation des produits de Haute pureté (HP) 7

I.2.7 Section 7 Séchage..... 7

I.2.8 Section 8 Cristallisation des produits de Basse Pureté (BP)..... 8

I.2.9 Section 9 Maturation et Conditionnement..... 8

Conclusion 8

Chapitre II

Introduction..... 9

II.1 Architecture de distribution de l'énergie électrique..... 9

II.1.1 Structure générale d'un réseau électrique..... 9

II.1.2 Différentes architectures d'un réseau électrique 10

II.1.2.1 Réseaux à architecture radiale 10

II.1.2.2 Réseaux à architecture bouclé 12

II.1.2.3 Réseaux incluant une production interne d'énergie..... 13

II.2 Composants du réseau MT du complexe CEVITAL 14

II.2.1 Poste 30kV	15
II.2.2 Poste 60kV	16
II.2.3 Centrale de production cogénération.....	16
II.2.4 Groupe électrogène de secoure	17
II.2.5 Différente sous station du complexe CEVITAL.....	17
II.3 départ vers les transformateurs de la raffinerie de sucre 3500T/J	18
II.3.1 Caractéristique des trois transformateurs	19
II.3.2 Caractéristique de la source de secours.....	20
II.3.2.1 Définition du groupe électrogène.....	20
II.3.2.2 Avantages et Inconvénients du Groupe électrogène.....	22
II.3.2.3 groupe électrogène de la raffinerie de sucre 3500T/J de CEVITAL23	
II.3.3 Tableau générale de basse tension (TGBT).....	27
Conclusion	28

Chapitre III

Introduction.....	29
III.2 Puissance Installée.....	29
III.2.1 Puissance Installé de la raffinerie sucre 3500 T/J	29
III.3 Puissance d'utilisation	41
III.3.1 Puissance d'utilisation d'une charge Puc.....	43
III.3.2 Puissance d'utilisation dans une branche (colonne) Pub.....	43
III.3.3 Puissance d'utilisation de la raffinerie sucre 3500T CEVITAL	44
III.4 Puissance d'utilisation des équipements prioritaires de la raffinerie sucre 3500 T/J	50
Conclusion	52

Chapitre IV

Introduction.....	53
IV.1 Détermination des sections des conducteurs.....	53
IV.1.1 Caractéristiques des câbles.....	53
IV.1.2 Détermination des courants.....	54
IV.1.3 Calcul de section des canalisations.....	55
IV.1.3.1 Calcul de la section selon le mode de pose des câbles et les conditions d'installations	57

IV.1.3.2 calcul des sections des câbles du groupe électrogène selon le mode de pose et les conditions d'installations	59
IV.1.4 Vérification des chutes de tension.....	60
IV.1.4.1 Vérification des chutes de tension des équipements prioritaires	61
IV.1.4.2 Vérification de la chute de tension du groupe électrogène.....	62
IV.2 Vérification des contraintes thermiques.....	63
IV.2.1 Caractéristiques des courts-circuits.....	63
IV.2.2 L'objectif du calcul de court circuit.....	63
IV.2.3 Différents types de court-circuit.....	63
IV.2.4 Calcul des courants de court-circuit.....	63
IV.2.5 Calcul du courant de court-circuit de toute l'installation de la raffinerie	67
IV.2.6 Calcul du court-circuit du groupe électrogène de secours.....	68
IV.3 Dimensionnement des jeux de barres.....	69
IV.3.1 Vérification de la section des jeux de barres.....	70
IV.3.1.1 Passage de courant assigné	71
IV.3.1.2 Passage de courant de court-circuit de courte durée	72
IV.4 Choix du dispositif de Protection.....	73
IV.4.1 Définition d'une protection.....	73
IV.4.2 Protection par disjoncteur	74
IV.4.3 Protection par fusible	75
IV.4.4 Protection par système de liaison à la terre	76
IV.4.4.1 Différents régimes du neutre en BT.....	76
IV.4.4.2 Choix du schéma de liaison à la terre (SLT).....	77
IV.4.4.3 Régime du neutre utilisé dans l'entreprise	77
IV.4.5 Sélectivité.....	77
IV.4.5.1 Définition	78
IV.4.5.2 Les technique de sélectivité lors des cours circuit.....	78
Conclusion	80

Chapitre V

Introduction.....	82
V.1 Solution 1 : Installation d'un nouveau groupe électrogène.....	82

V.1.1 Fiche technique du nouveau groupe.....	82
V.1.2 Dimensionnement des canalisations du nouveau GE	83
V.1.2.1 Calcul de la section des canalisations selon le mode de pose et les conditions d'installation.....	83
V.1.2.2 Vérification de la chute de tension du nouveau GE.....	83
V.1.3 Vérification de la contrainte thermique de la canalisation	84
V.2 Solution 2 : Couplage du GE de la raffinerie sucre roux avec l'actuelle GE de la raffinerie sucre 3500 T/J	84
V.2.1 Condition de couplage de deux groupe électrogène.....	85
V.2.2 Fonctionnement parallèle de deux groupe électrogène.....	85
V.2.3 Manœuvres à effectuer pour le couplage des deux groupes\$.....	86
V.2.4 Présentation du Groupes électrogène de la raffinerie sucre roux	87
V.2.5 Compensation de l'énergie réactive du circuit électrique de secours	89
V.2.5.1 Processus de la compensation	90
V.2.5.2 Mode de compensation	92
V.2.5.3 Type de compensation	93
V.2.5.4 Calcul de la puissance compensée.....	95
V.2.5.5 Calcul de valeur de capacité de condensateur à installer.....	95
V.2.5.6 Vérification du type de compensation.....	96
Conclusion	96
Conclusion générale.....	97
Références bibliographique.....	99

Introduction générale

La réalisation d'un projet d'installation électrique industrielle ou domestique exige des ingénieurs spécialisés de respecter les critères, les normes et les réglementations concernant la sécurité du personnel et matériel.

CEVITAL est une entreprise qui ne cesse de grandir à pas de géant et évolue rapidement, elle touche pratiquement toutes les productions agro-alimentaire tel que le raffinage du sucre, l'huile, la margarine et les légumes secs. Notre principale étude concerne la raffinerie sucre 3500T/J. Une étude du circuit d'alimentation de secours de la raffinerie est indispensable car en cas de coupure d'énergie électrique, le processus de production du sucre ne doit pas s'arrêter puisque cela représentera des pertes économiques très considérables (145 tonnes /heure).

Nous avons effectué une étude du circuit d'alimentation de secours de la raffinerie sucre 3500T/J dans le cadre de notre projet de fin d'étude, pour pouvoir répondre aux problématiques posées par la direction technique de la raffinerie qui sont :

- Le groupe électrogène existant, répond-t-il au besoin de la raffinerie en cas de coupure électrique ?
- Quels sont les équipements que nous devons maintenir en cas de coupure électrique et quelle est alors la puissance demandée ?
- Peut-on envisager un couplage de deux groupes électrogènes ?

L'étude de projet d'installation électrique nécessite la connaissance de tous les paramètres, schémas existants et tous les équipements de l'installation. Après avoir réuni tous ces équipements, un bilan de puissance est effectué pour nous permettre de déterminer la consommation d'énergie des équipements prioritaires et de définir la conformité ou non du circuit d'alimentation de secours de la raffinerie sucre 3500T/J.

Dans le premier chapitre nous avons présenté le site CEVITAL en incluant son historique, sa situation géographique et la description du processus de raffinage de sucre.

Le deuxième chapitre est consacré aux différents schémas électriques du site CEVITAL, où nous nous baserons sur le schéma de la raffinerie sucre 3500T/J, on enchainera par une description du groupe électrogène de secours actuel.

Le bilan de puissance de l'installation ainsi que celui des équipements prioritaires fera l'objet du troisième chapitre. La puissance d'utilisation est basée essentiellement sur la

somme arithmétique des puissances installées de toutes les charges installées tout en tenant compte des différents facteurs.

Le Chapitre quatre est dédié au dimensionnement des différentes canalisations, et aux choix des éléments de protection des différents jeux de barre, en passant par plusieurs étapes qui sont le calcul des sections selon le mode de pose et les facteurs de correction, la vérification des chutes de tension ainsi que les contraintes thermiques.

Dans le dernier chapitre nous proposerons deux solutions préalables à notre manque d'énergie en cas de panne électrique. Pour enfin finir notre projet par une conclusion générale.

Introduction

CEVITAL est le premier groupe en Algérie dans le domaine agroalimentaire. Nous présentons ici son évolution historique, ses multiples activités industrielles, ses principaux objectifs, ainsi que l'organigramme décrivant ses différentes directions. Nous présentons d'abord l'organigramme de l'unité énergie et enfin nous terminons par une présentation de l'unité d'énergie.

Problématique

Le complexe agro-alimentaire de CEVITAL Bejaia est souvent exposé aux perturbations de réseaux électriques, chutes de tension, microcoupures et coupures électriques. Pour remédier à ces perturbations, CEVITAL a doté son complexe avec sa propre centrale électrique. Cependant, lors des pannes majeures où programmation des différents travaux (maintenance, modification, extension...) sur cette centrale électrique, les unités de production doivent être aussi équipées de leurs propres groupes de secours, afin d'assurer la continuité de service.

Dans notre cas, la raffinerie de sucre 3500T/j, comme les autres unités de production, est équipée d'un groupe de secours qui doit maintenir une partie de la raffinerie pour éviter les cristallisations de sucre indésirables et les pertes de sucre. Ce dernier subit des surcharge fréquentes, ce qui engendre des coupures électriques totales dans cette raffinerie.

Par le biais de ce travail, nous trouverons la cause de ces coupures et proposerons des solutions pour remédier à ce problème.

I.1 description général du complexe CEVITAL

I.1.1 historique

CEVITAL est une entreprise industrielle agroalimentaire spécialisée dans le raffinage d'huile et de sucre, de la production de la margarine et de la production d'énergie électrique à travers la vapeur. Lancé le 12 mai 1998, par des fonds privés d'un capital de 970.000.000,00 DA, qui s'étend sur une superficie de 75 000 m². Le complexe CEVITAL a débuté son activité par le conditionnement d'huile en décembre 1998. Les travaux de génie civil de la raffinerie ont débuté en février 1999. Cette dernière est devenue fonctionnelle en aout 1999.

CEVITAL SPA, est parmi les entreprises Algériennes qui ont vu le jour dès l'entrée de notre pays dans l'économie du marché. Elle s'accapare la moitié du marché national d'huile et

des graisses. Son complexe de production se situe dans le port de BEJAIA et s'étend sur une superficie de $45000m^2$. Pour être parmi les meilleurs sur le marché international. CEVITAL a fait appel aux leaders mondiaux pour chaque type de marché et d'équipements faisant de ce complexe l'un des plus performants et modernes du monde. [1]

I.1.2 situation géographique

Le complexe CEVITAL se situe au niveau du nouveau quai du port de Bejaia à 3 km du sud ouest de la ville, à proximité de la route nationale N0 09. Et est répartie sur une superficie de 45000 m² cette situation géographique de l'entreprise lui a beaucoup profité étant donné qu'elle lui confère l'avantage de proximité économique. En effet elle se trouve proche du port et de l'aéroport.



Figure I.1 : Situation géographique du complexe « CEVITAL ».

I.1.3 activités principales de CEVITAL

L'ensemble des activités de CEVITAL est concentré sur la production et la commercialisation des huiles végétales, de margarine et de sucre et se présente comme suit :

- Raffinage des huiles (1800 tonnes /jour).
- Conditionnement d'huile (1400 tonnes /jour).
- Production de margarine (600tonnes/jour).
- Fabrication d'emballage (PET) : poly-éthylène-Téréphtalate (9600 unités/heure).
- Raffinage du sucre (3000 tonnes /jour et 3500 tonnes/jour).
- Stockage des céréales (120000 tonnes).

- La cogénération (une capacité de production arrive jusqu'à 50 MW).
- Minoterie et savonnerie en cours d'étude.

I.1.4 Organigramme de l'entreprise CEVITAL

L'entreprise CEVITAL est organisée suivant deux organigramme :

I.1.4.1 Organigramme des unités de CEVITAL

Le diagramme suivant donne une vue générale sur les différents organes constituant le complexe CEVITAL :

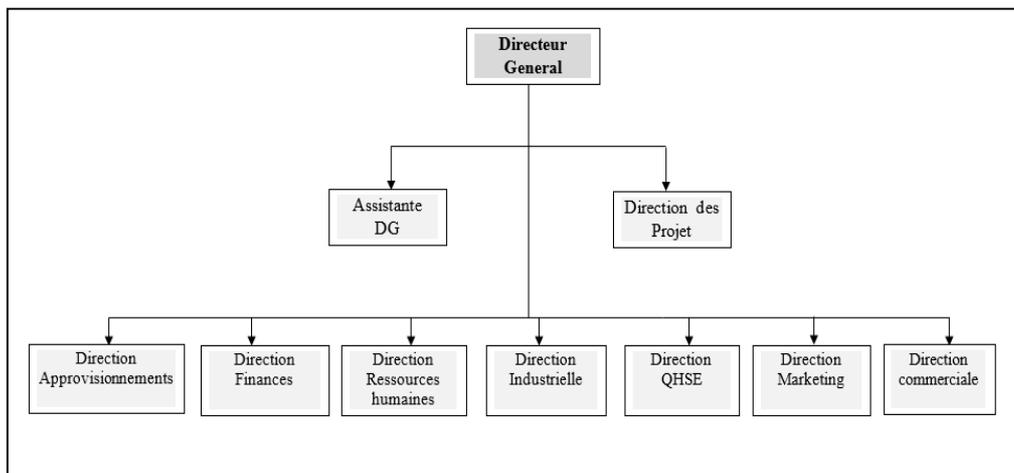


Figure I.2. Organigramme des unités de CEVITAL

I.1.4.2 Organigramme de la direction industrielle

Les différents départements de la direction industrielle sont représentés dans l'organigramme suivant :

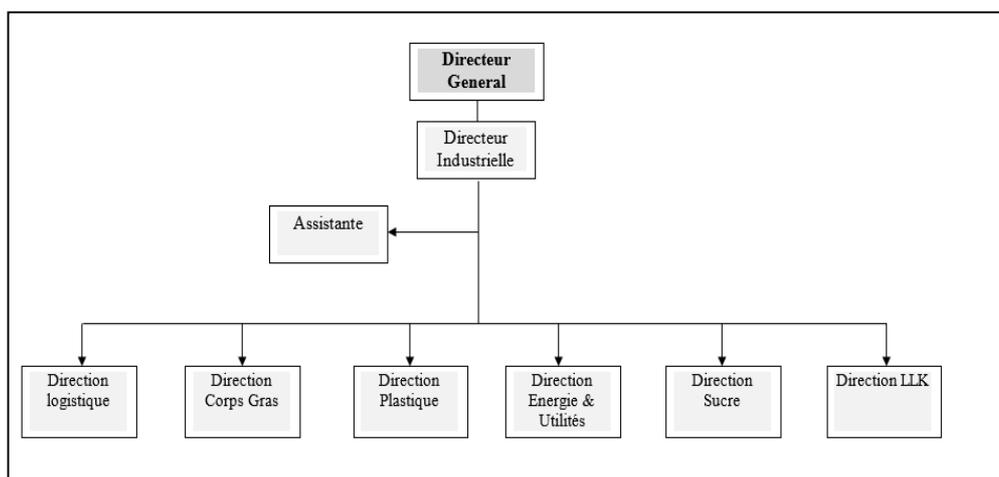


Figure I.3. Organigramme de la direction industrielle

I.2 Différentes étapes de raffinage de sucre roux

Pour produire du sucre prêt à être commercialisé en commençant par une matière première en arrivant à un produit final, cependant faudra passer par neuf étapes de raffinage de sucre roux. [2]

I.2.1 Section 1 : Affinage et Refonte

- **Affinage**

Le sucre roux est déversé dans un malaxeur et mélangé par un brassage avec un sirop chaud saturé en sucre. Cette opération constitue “ l’empattage “. La masse cuite ainsi obtenue est essorée avec un clairçage, le sucre obtenue est un “ sucre d’affinage “.

- **Refonte**

Le sucre affiné passe dans des turbines d’affinage pour être débarrasser des impuretés et matières colorantes sur la surface des cristaux, puis il sera refondu dans un fondoir avec de l’eau sucrée et chaude à 85 °C. On obtient ainsi “un sirop de refonte“.

Remarque : Le turbinage du magma d’affinage n’est pas nécessaire quand le sucre roux importé a une couleur relativement basse, pouvant atteindre 800 UI voir parfois 600 à 500 UI.

I.2.2 Section 2 : Carbonatation

Ce procédé consiste à additionner au sirop de chaux (préparer sous forme de lait de chaux) du CO₂ provenant des chaudières à vapeur et le faire barboter dans ce mélange, la chaux sert à :

- Précipiter les sels de calcium insolubles.
- Déshydrater et flocculer le maximum de substances colloïdales.

I.2.3 Section 3 : Filtration

Le précipité formé durant la carbonatation est séparé par filtration. Le sirop carbonaté passe à travers des filtres à bougies et ressort du support filtrant sous forme d’un liquide, tandis que les impuretés sont retenues. Le sirop est envoyé vers un bac tampon muni d’agitateurs pour éviter toute décantation puis envoyé vers un autre bac tampon pour subir la décoloration. Les boues (ou écumes) sont évacuées et utilisées pour l’amendement du sol (engrais).

I.2.4 Section 4 : Décoloration

La décoloration est l'opération permettant d'éliminer la majorité des colorants résiduels, le sirop résultant étant clair.

Les principaux facteurs qui interviennent dans la décoloration d'un sirop de sucre sont :

- L'intensité de la couleur du sucre ;
- Le temps de séjour de la résine ;
- La hauteur totale du lit de résine. La couleur du sirop qui est de l'ordre de 1000 ICUMSA sera ramenée jusqu'à 200 voir 100 ICUMSA après la décoloration.

I.2.5 Section 5 : Concentration

Avant de se cristalliser, le sirop est concentré dans un évaporateur, et les vapeurs issues de ce dernier sont récupérées pour les besoins de chauffage durant le processus. Le jus est ramené à une température d'ébullition afin d'éliminer l'eau, entraînant ainsi sa concentration sous forme d'un sirop entre 60 et 70% de saccharose. Le sirop est initialement à environ 58% de brix, se retrouve à la sortie du concentrateur à un brix de 72%. A la fin de l'évaporation, le sirop de sucre se caractérise par un taux de pureté de 93%.

I.2.6 section 6 : Cristallisation des produits de Haute pureté (HP)

La cristallisation fractionnée est une opération physique qui permet l'extraction et la purification du sucre contenu dans le sirop. La cristallisation du saccharose se fait selon une chronique qui met en jeu deux paramètres : la couleur et la pureté. C'est selon ces deux paramètres que le nombre de jets est déterminé. Le cas le plus répandu est souvent la cristallisation en trois jets. NB : Chaque jet comprend trois étapes principales : la Cuisson, le Malaxage et l'Essorage.

I.2.7 Section 7 : Séchage

Le sucre blanc, issu du premier jet, est évacué vers un sécheur, le sucre y circule à Co-courant avec de l'air chaud à 91 °C, puis à contre courant avec de l'air froid sec à 6 °C, pour refroidir le sucre et obtenir un équilibre stable en humidité et température avec l'ambiance environnante. Les valeurs communément demandées par les sucriers pour du sucre blanc sont : 0,03 à 0,04% d'humidité.

I.2.8 Section 8 : Cristallisation des produits de Basse Pureté (BP)

L'objectif de cette étape est de cristalliser le sucre contenu dans l'eau mère des masses cuites pour obtenir ses sucres A, B et C recyclés et une eau mère appelée mélasse dans la quel sont concentrés toutes impuretés introduites du processus du raffinage du sucre roux. Le sucre tamisé est dirigé vers l'atelier d'ensachage ou vers les silos de stockage, où il est conservé en vrac. Au niveau de la raffinerie de "CEVITAL", il existe quatre silos de stockage d'une capacité de 3200 tonnes chacun.

I.2.9 Section 9 : Maturation et Conditionnement

Le complexe agro-alimentaire de CEVITAL Bejaia est souvent exposé aux perturbations de réseaux électriques, chutes de tension, microcoupures et coupures électriques. Et pour y remédier à ces perturbations, CEVITAL a doté son complexe avec sa propre centrale électrique. Cependant, lors des pannes majeures où programmation des différents travaux (maintenance, modification, extension...) sur cette centrale électrique, les unités de production doivent être aussi équipées de leurs propres groupes de secours, afin d'assurer la continuité de service.

Dans notre cas, la raffinerie de sucre 3500T/j est comme les autres unités de production, équipée d'un groupe de secours qui doit maintenir une partie de la raffinerie pour éviter les cristallisations de sucre indésirables et les pertes de sucre. Ce dernier subit des surcharge fréquentes, ce qui engendre des coupures électriques totales dans cette raffinerie.

Par le biais de ce travail, nous allons essayer de trouver la cause de ces coupures et proposer des solutions pour remédier à ce problème.

Conclusion

Ce premier chapitre nous a permis de découvrir le complexe CEVITAL, après présentation de la problématique de notre travail nous avons présenté sa situation géographique avec toutes ses activités, et on a pu distinguer les différentes étapes de raffinage de sucre roux.

Introduction

La raffinerie sucre 3500T/j de CEVITAL est alimentée par départ d'une cellule moyenne tension, cette dernière alimente toutes les unités de production de CEVITAL à partir de trois sources SONELGAZ, une centrale de cogénération et sept groupes électrogènes.

Dans ce chapitre nous allons décrire l'architecture de distribution de l'énergie électrique de l'entreprise, on verra aussi le schéma d'installation de la raffinerie sucre 3500T/J ainsi que les caractéristique du groupe électrogène de secours.

II.1 Architecture de distribution de l'énergie électrique

II.1.1 Structure générale d'un réseau électrique

L'architecture 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. Il se compose de trois principaux étages le premier s'agit de la source d'alimentation haute tension **HTB**, le deuxième étage se compose de deux partie un tableau principale de distribution de moyenne tension **HTA** et des tableaux secondaires de distribution **HTA** qui dérive de la première partie, et troisième étage des tableaux de distribution basse tension **BT**, comme nous pouvons le voir dans la (**figure II.1**).

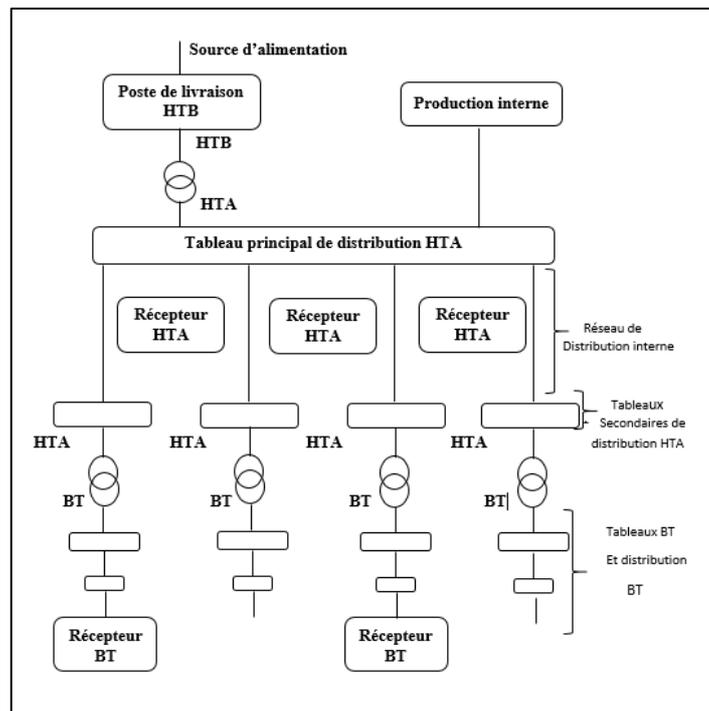


Figure II.1. Structure générale d'un réseau électrique

II.1.2 Différentes architectures d'un réseau électrique

L'ensemble des constituants d'un réseau électrique peut être agencé selon différentes structures, dont la complexité détermine la disponibilité de l'énergie électrique et le coût d'investissement. Le choix de l'architecture sera donc fait pour chaque application sur le critère de l'optimum technico-économique. On distingue essentiellement les types suivants [3] :

- Réseaux à architecture radiale
 - En simple antenne
 - En double antenne
 - En double dérivation
 - En double jeu de barres
- Réseaux bouclés
 - En boucle ouverte
 - En boucle fermée
- Réseaux incluant une production interne d'énergie
 - Avec groupes de production locale
 - Avec groupes de remplacement

II.1.2.1 Réseaux à architecture radiale

- a. **Simple antenne** : C'est une architecture non exigeante en continuité d'alimentation avec une structure plus simple et facile à protéger. Ayant un coût minimal, mais faible disponibilité d'alimentation, un temps de coupure sur défaut éventuellement long et un seul défaut entraîne la coupure de l'alimentation d'antenne comme nous le montre la (figure II.2). [3]

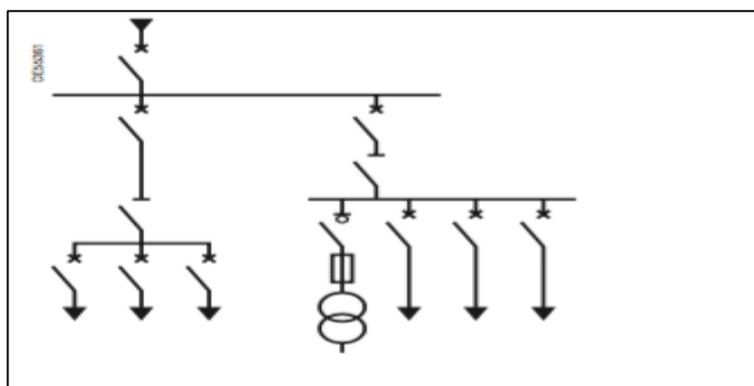


Figure II.2. Architecture en simple antenne

- b. **Double antenne** : c'est une distribution en continu on le distingue dans la (**figure II.3**), avec une bonne continuité d'alimentation, maintenance possible du jeu de barres du tableau principal mais c'est une solution coûteuse, qui fonctionne partiellement au jeu de barres en cas de maintenance. [3]

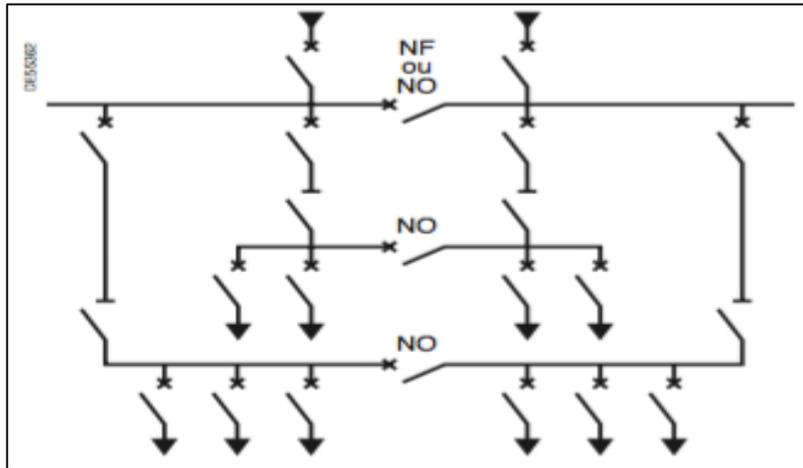


Figure II.3. Architecture en double antenne

- c. **En double dérivation** : c'est des réseaux étendus avec extensions futures limitées qui ont une bonne continuité d'alimentation et une simplicité des protections mais nécessitent des fonctions d'automatisme, comme nous pouvons le voir dans la (**figure II.4**).

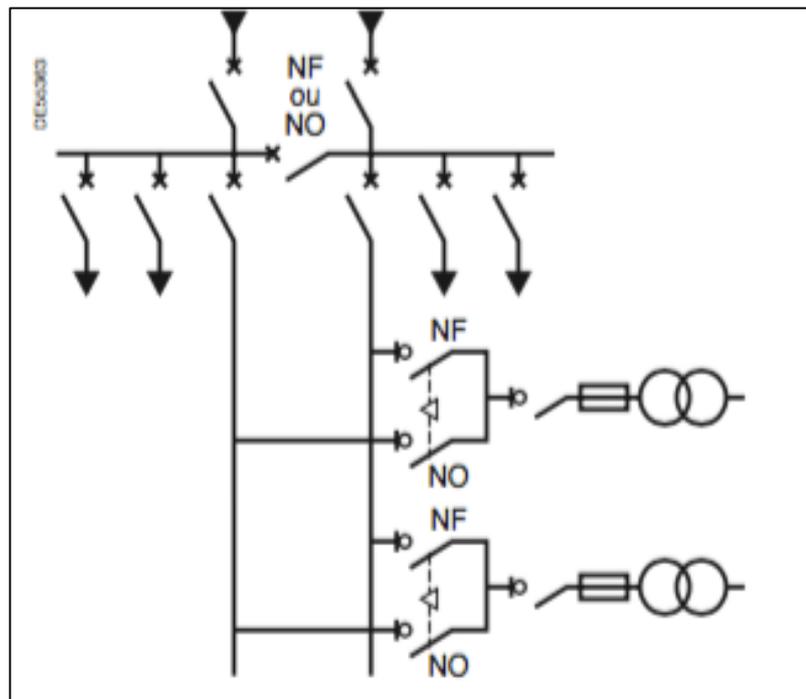


Figure II.4. Architecture en double dérivation

- d. **Double jeu de barres** : c'est une distribution à grande continuité de service qui a une forte variation des charges, une bonne continuité d'alimentation, une souplesse d'utilisation et une souplesse de maintenance mais c'est une solution coûteuse qui nécessite des fonctions d'automatisme comme on peut le voir dans la (**figure II.5**). [3]

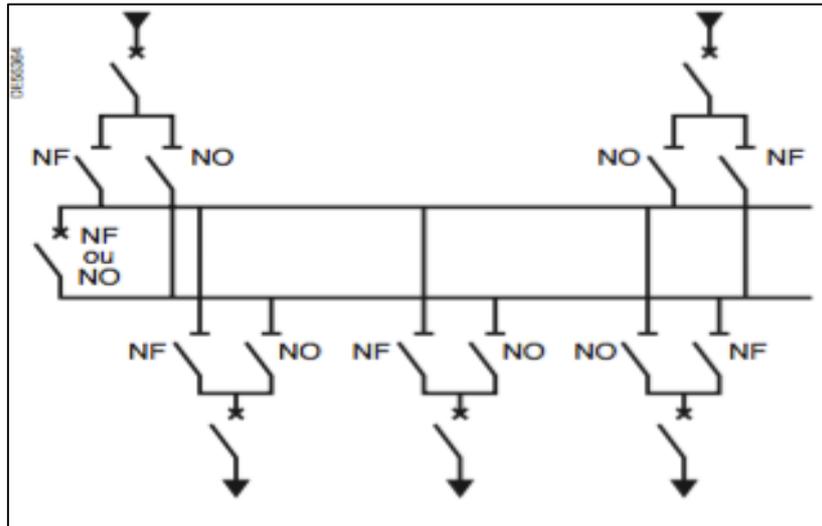


Figure II.5. Architecture-en double jeu de barre

II.1.2.2 Réseaux à architecture bouclé

- a. **Boucle ouverte** : c'est des réseaux très étendus comme nous pouvons le voir dans la (**figure II.6**), d'extensions futures avec d'importantes charges concentrées sur différentes zones d'un site, moins coûteux que la boucle fermée et simplicité des protections, mais son inconvénient est la coupure d'alimentation d'un tronçon sur défaut pendant reconfiguration de boucle et nécessite des fonctions d'automatisme. [3]

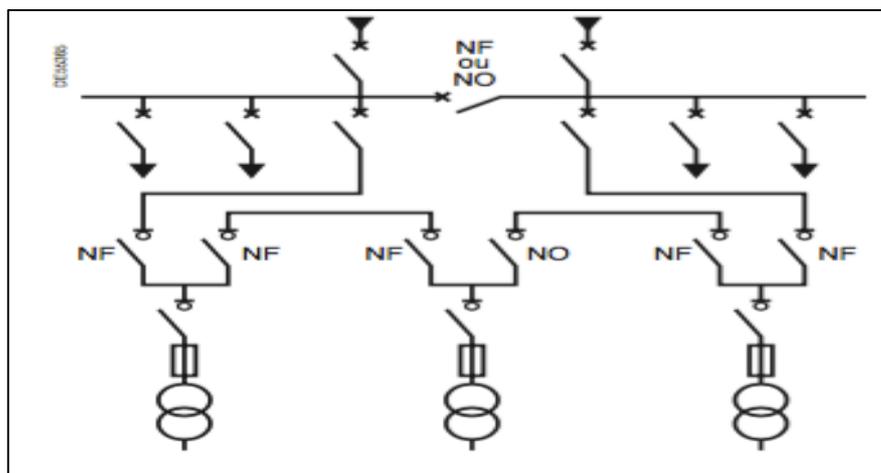


Figure II.6. Architecture en boucle ouverte

- b. Boucle fermée :** c'est des réseaux à grande continuité de service , très étendus avec des charges concentrées sur différentes zones d'un site, qui ont une bonne continuité d'alimentation, mais c'est une solution coûteuse et a un système de protection complexe, comme nous pouvons le voir dans la (**figure II.7**). [3]

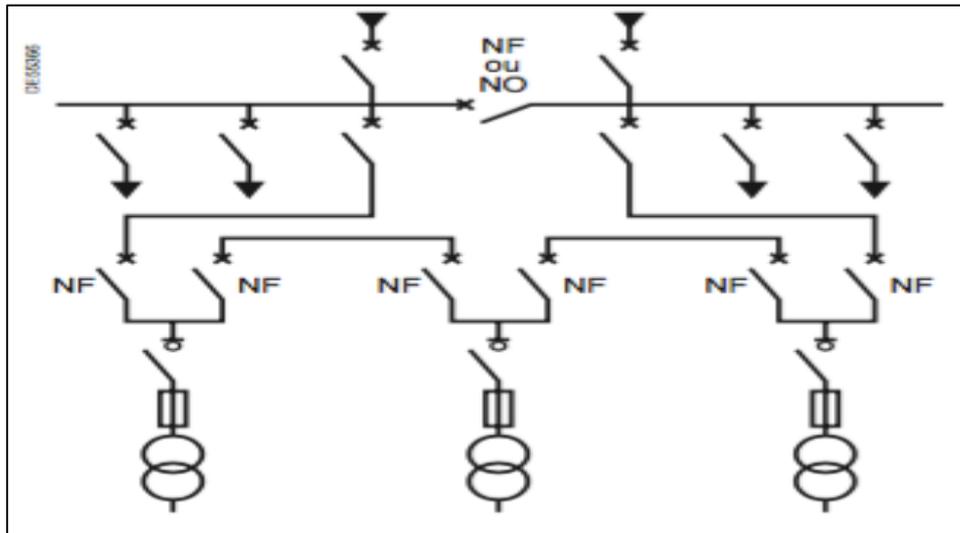


Figure II.7. Architecture en boucle fermer

II.1.2.3 Réseaux incluant une production interne d'énergie

Dans cette architecture le réseau de distribution est accompagné d'une production interne pour assurer une bonne continuité d'alimentation et cette devise en deux type :

- a. Groupes de production locale :** c'est des sites industriels à processus auto producteur d'énergie comme montre la (**figure II.8**), avec une bonne continuité d'alimentation et un bon coût d'énergie (énergie fatale) mais c'est une solution coûteuse. [3]

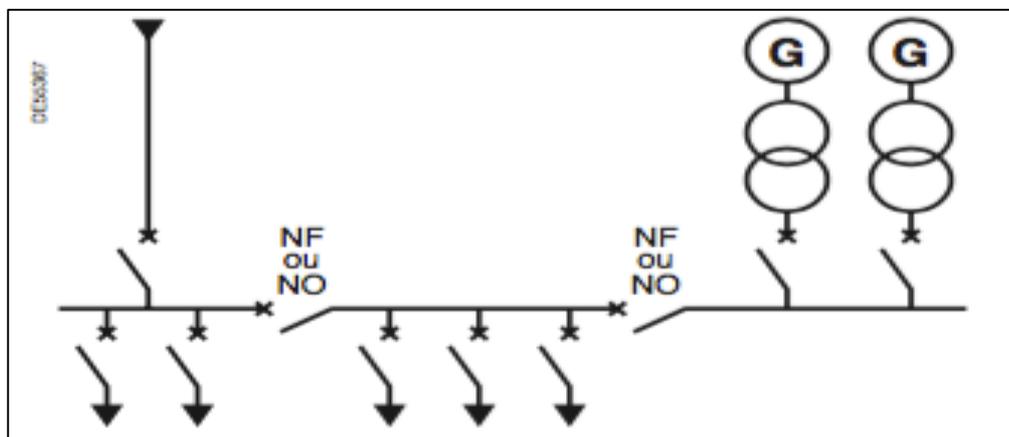


Figure II.8. Architecture en production locale

b. Groupes de remplacement : c'est des sites industriels de bonne continuité d'alimentation des départs prioritaires mais qui nécessitent des fonctions d'automatisme puisque en cas de coupure le groupe de remplacement doit se mettre automatiquement en marche, comme le montre la (**figure II.9**)

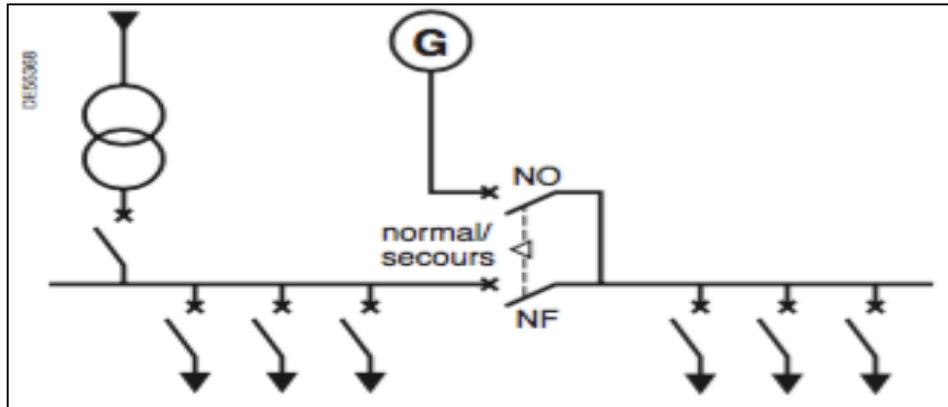


Figure II.9. Architecture en remplacement

II.2 Composants du réseau MT du complexe CEVITAL [4]

Le groupe CEVITAL est actuellement alimenté par une ligne de 60kV depuis la centrale de DARGUINA, située à 50 Km environ.

Pour alimenter cette dernière, SONELGAZ a réservé la ligne DARGUINA-BOUGIE2 (BIR-SLAM) et une liaison Câble BOUGIE2-BOUGIE1 (CITE TOBAL).

Le system de distribution MT existant actuellement comprend essentiellement les éléments suivants on peut les distingués dans la (**figure II.10**) :

-Un poste 60kV

-Un tableau 30kV en deux demi-jeux de barres. Chaque transformateur 60/30kV alimente un jeu de barres de 30kV. Si un transformateur est indisponible, le deuxième est en mesure d'alimenter, seul, toute l'usine en actionnant le couplage des deux jeux de barres. Les diverses charges sont alimentées par des départs issus de ces tableaux.

-Sources de secours (Central groupe)

- différentes sous stations d'alimentation des unités du complexe.

-Centrale de production (cogénération).

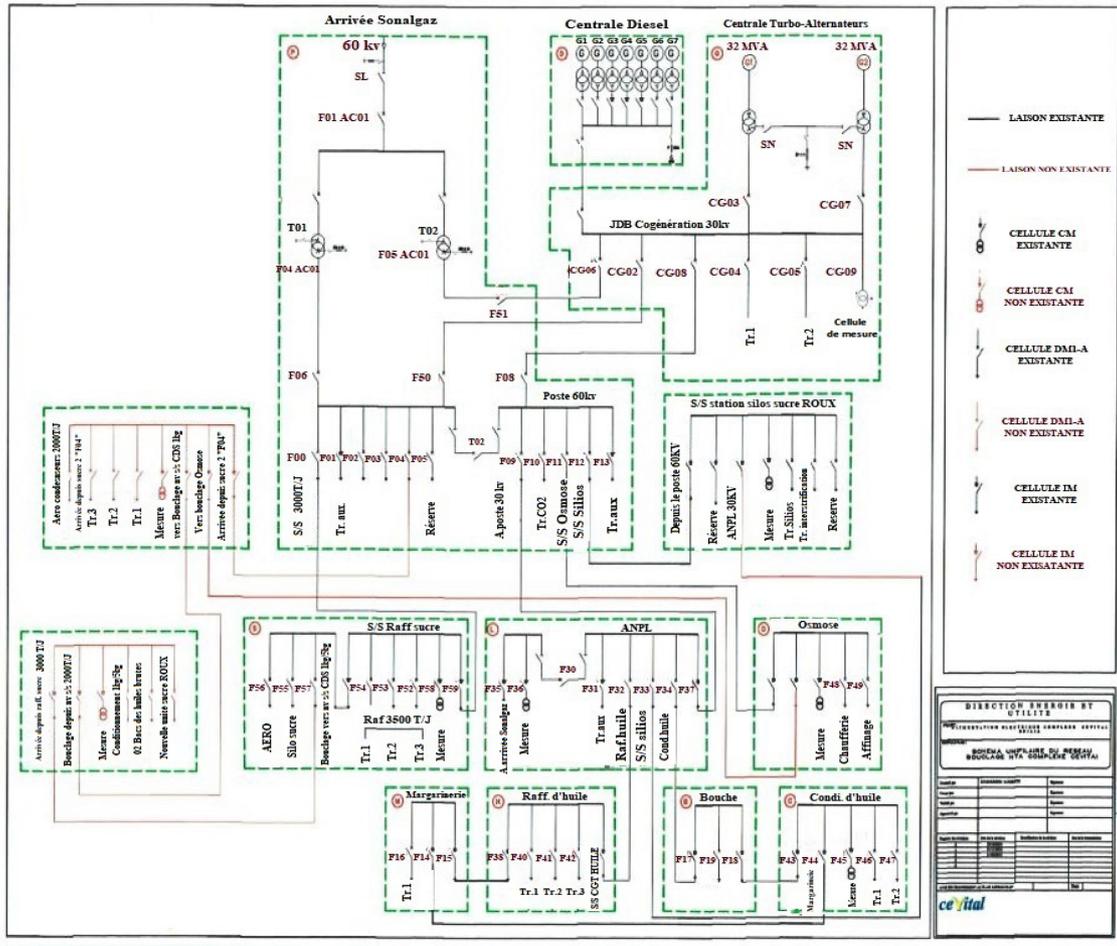


Figure II.10. Schéma unifilaire du réseau MT du complexe CEVITAL

II.2.1 ligne 30kV

Au début, l'alimentation en énergie électrique du complexe était assurée par une ligne électrique spécialisée 30kV à partir du poste de transformation 60/30kV d'une puissance de 3150KVA SONELGAZ bougie1, situé à une distance de 1500m environ.

La tâche principale de la ligne 30kV (la cellule F35) consiste à alimenter en énergie électrique les parties suivantes :

- La sous station raffinerie d'huile par la cellule F32 qui alimente à son tour la sous station margarinerie par la cellule F38
- La sous station bouche par la cellule F34 qui alimente à son tour la sous-station conditionnement d'huile par la cellule F18
- La sous station silos par la cellule F33
- Alimentation des auxiliaires par la cellule F31.

II.2.2 ligne 60kV

Une demande excessive d'énergie a poussé la direction à chercher à accroître la puissance du poste 30kV vers une ligne de 60kV qui a apporté une satisfaction du point de vue quantité et qualité d'énergie. La tâche principale de la ligne 60kv est l'alimentation de complexe par :

- Le jeu de barres 30kv N°01 par la cellule F06
 - La sous station raffinerie de sucre 3000T/J par la cellule F00
 - Alimentation des auxiliaires par la cellule F01
 - La raffinerie de sucre 01(2000T/J) par la cellule 02
 - La raffinerie de sucre 02(2000T/J) par la cellule F03
 - La raffinerie de sucer 03(2000T/J) par la cellule F04
 - Arrivée central diesel par la cellule F05 Le jeu de barres N°01 est couplé au jeu de barres N°02 à travers une cellule de couplage qu'est la cellule F07.

- Le jeu de barres 30kV N°02 par la cellule de couplage :
 - La cellule F09 qui est connecté à l'ancien poste de livraison (poste 30kv)
 - Transformateur CO2 par la cellule F10
 - Sous station OSMOSE (affinage, chaufferie) par la cellule F11
 - Transformateur Silos par la cellule F12
 - Alimentation des auxiliaires par la cellule F13

II.2.3 Centrale de production cogénération

Le principe de la cogénération consiste à produire de l'énergie mécanique (convertie en électricité) et de la chaleur en même temps et dans une même installation et à partir d'une même source d'énergie (co = ensemble ; génération = production), comme nous pouvons le voir dans la (**figure II.11**). Une partie de la chaleur produite est utilisée pour activer un moteur (à combustion externe ou interne), une turbine ou une pile à combustible pour produire de l'électricité. La chaleur restante est utilisée directement pour chauffer de l'eau ou produire de la vapeur. [5]

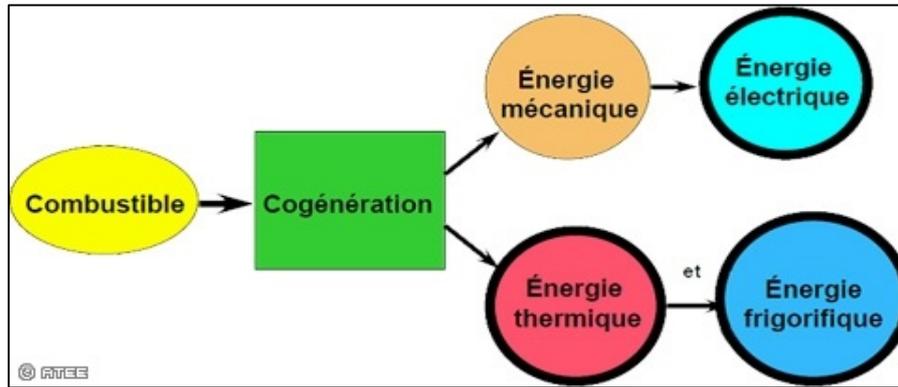


Figure II.11. Principe de Cogénération

A CEVITAL, il a été procédé donc à l'achat et à l'installation de deux groupes blocs (turbine-alternateur, transformateur) de 32 MVA de puissance unitaire. Cette puissance installée étant largement supérieur au besoin du complexe (25MVA) CEVITAL envisage de rétrocéder l'excédent au réseau SONELGAZ. La centrale débite sur deux transformateurs de 32MVA chacun, qui alimentent à leur tour un jeu de barres TGHT par les deux cellules CG03 et CG07.

Le jeu de barres TGHT alimente les éléments suivant :

- Transformateur auxiliaire Tr 1 par la cellule CG04.
- Transformateur auxiliaire Tr 2 par la cellule CG05.
- Jdb 30kV N°01 du poste 60 par la cellule CG02.
- Jdb 30kV N°02 du poste 60 par la cellule CG08.
- Arrivé du Tr02 (60/30kV) par la cellule CG06.
- Arrivé groupe électrogène par la cellule CG01.

II.2.4 Groupe électrogène de secours

Pour remédier au problème majeur qui perturbe le processus de la production, qu'est le problème des coupures d'électricité causées par les surcharges à cause de l'augmentation très rapide de la consommation de la ville de Bejaia et ses environs, CEVITAL s'est équipée d'une centrale groupe composée de sept groupes électrogène totalisant une puissance de 12.8MVA 400V, Et sept transformateurs élévateurs de 400/30kV.

II.2.5 Différente sous station du complexe CEVITAL

Pour assurer le minimum de continuité des services des unités de fabrication séparément,

le complexe CEVITAL a divisé son réseau en sept (07) sous stations, chacun des sous station comprend un jeu de barre auquel sont connectées les différentes cellules comme suit

- Jeu de barre sous station raffinerie de l'huile 2000T/J
- Jeu de barre sous station osmose
- Jeu de barre sous station margarinerie
- Jeu de barre sous station conditionnement de l'huile
- Jeu de barre sous station bouchon
- Jeu de barre sous station raffinerie du sucre 3500T/J
- Jeu de barre sous station APL (ancien poste de livraison)

Le complexe comprend dix cellules 30KV Schneider électrique type SM6-36 suivantes :

- Arrivée du poste 60 remonté de barre (IM)
- Trois départ vers le transformateur de la raffinerie de sucre 1, 2,3 (DM1-A) avec une SEPAM 1000+ chacun
- Cellule de mesure et comptage (CM)
- Départ vers la cellule : GAM (IM)
- Arrivée de cellule : IM (GAM : remonté de barre)
- Départ vers le transformateur silo 80000 (DM1-A) avec une SEPAM 1000+
- Départ vers conditionnement de sucre (DM1-A) avec une SEPAM 1000+
- Départ vers transformateur aéro (DM1-A) avec une SEPAM 1000+

II.3 départ vers les transformateurs de la raffinerie de sucre 3500T/J

La raffinerie de sucre CEVITAL se compose de trois cellule moyenne tension 30KV chaque cellule alimente un transformateur abaisseur de tension 30KV/0,4KV, ses derniers sont connectés à un jeu de barre, chacun de ses transformateurs alimente un tableau général de basse tension (TGBT) où sont regroupés tous les équipements de cette raffinerie. Un groupe électrogène est connecté aussi au jeu de barre principale, comme nous pouvons le voir dans la **(figure II.12)**.

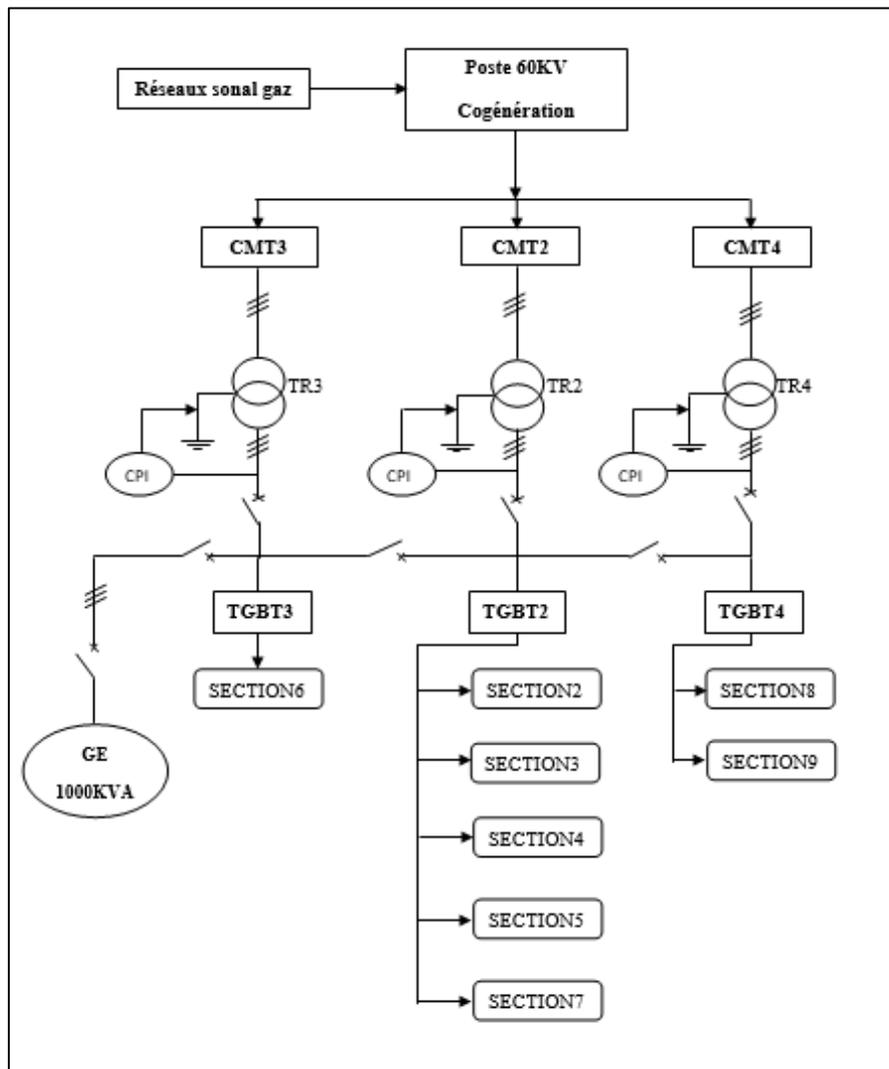


Figure II.12. Schéma électrique de la raffinerie de sucre

II.3.1 Caractéristique des trois transformateurs

L'alimentation de la raffinerie est assurée par trois transformateurs abaisseurs de tension identique de (30kV/400V) qui fonctionnent séparément, la **figure II.13** nous illustre un de ces transformateurs. Le premier transformateur alimente le TBGT3 qui alimente la section six, le deuxième transformateur alimente le TGBT2 qui alimente les sections (2,3,4,5,7), et le troisième transformateur alimente le TGBT4 qui alimente les sections (8,9).



Figure II.13. Transformateur abaisseur de tension 30kV/400V de la raffinerie sucre CEVITAL

II.3.2 Caractéristique de la source de secours

II.3.2.1 Définition du groupe électrogène

Le groupe électrogène comporte un moteur soit diesel ou essence, qui entraîne une machine électrique, généralement constitués d'un moteur tournant à une vitesse fixe accouplé à un alternateur synchrone ou asynchrone. L'excitation de la génératrice synchrone se fait avec un système à redresseur tournant et pour la génératrice asynchrone elle se fait à partir des batteries de condensateurs. Le générateur classique est généralement composé d'un moteur diesel directement couplé au générateur synchrone. La fréquence du courant alternatif à la sortie est maintenue par un gouverneur de vitesse sur le moteur diesel. Le gouverneur fonctionne en ajustant le flux de carburant au diesel, pour garder la vitesse du moteur et la vitesse du générateur constant.



Figure II.14. Groupe électrogène

Nous pouvons définir un groupe électrogène comme étant un système autonome capable de produire de l'énergie électrique à partir de l'énergie mécanique via un moteur diesel. Il est constitué de trois grandes parties qui sont [6] :

- La partie électrique ;
- La partie mécanique ;
- La partie commande ;

a. Partie électrique

C'est une machine électrique appelé alternateur, tournante fonctionnant en mode génératrice qui transforme la puissance mécanique fournie par le moteur diesel en puissance électrique. Il est constitué d'un stator (l'induit) et d'un rotor (inducteur). Le stator est le siège des courants induit par la variation du flux du rotor, tandis que le rotor crée un champ radial tournant à la vitesse d'entraînement de l'alternateur, appelée vitesse de synchronisme.

b. Partie mécanique

L'élément principal dans la construction du groupe diesel est le moteur diesel. La combustion dans les moteurs diesel s'effectue avec un mélange hétérogène composé d'air et de carburant diesel. Ce mélange est favorable à l'auto-inflammation et n'a donc pas besoin d'étincelle pour s'enflammer. Au début, le diesel est injecté dans le cylindre au moyen d'une pompe à air mais avec les évolutions de la technologie, le carburant est injecté au moyen d'un système haut pression qui pulvérise le carburant.

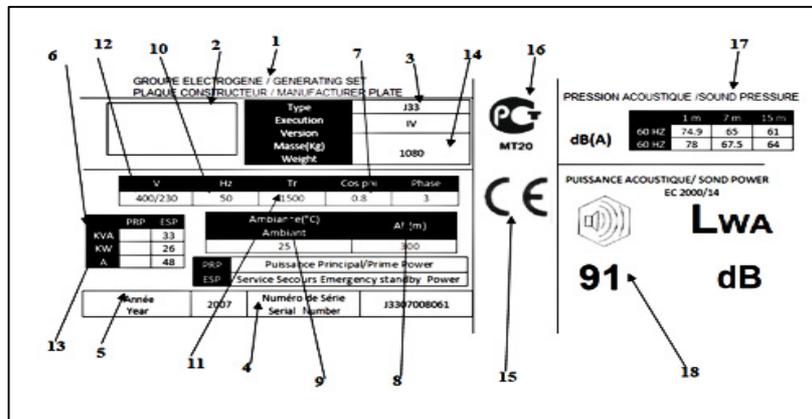
c. Partie commande

La partie commande est la partie qui gère le démarrage et l'arrêt du groupe électrogène. Elle est fonction du mode d'utilisation de ce dernier.

• Identification des groupes électrogène

Les groupes électrogènes et leurs composants sont identifiés au moyen de plaques d'identification comme nous pouvons le voir dans la (**figure II.15**).

Les règles précises d'identification de chaque composant majeur (moteur, alternateur...) sont décrites dans les documents propres à chaque fabricant en annexes du manuel [7].



1-Groupe électrogène	9-Température ambiante maximale pour la puissance assignée (°C)
2-Marque du constructeur	10-Fréquence assignée (HZ)
3-Modèle	11-Vitesse de rotation du groupe électrogène (RPM)
4-Numéro de série	12-Tension assignée(V)
5-Année de fabrication	13-Intensité assignée(A)
6-Puissance assignée (KVA et KW) suivant la norme ISO 8528-1	14-Masse (Kg)
PRP : puissance principale	15-Marque CE
ESP : puissance de secours	16-Marque norme hors CE (exemple GOSSTANDART)
7-Facteur de puissance assigné	17-Pression acoustique
8-Altitude maximale du site au dessus du niveau de la mer (m) pour la puissance assignée	18-Puissance acoustique

Figure II.15. Exemple de plaque d'identification d'un groupe électrogène

II.3.2.2 Avantages et Inconvénients du Groupe électrogène

a) Avantages

- Le groupe électrogène est une source fiable et indépendante des conditions extérieures.
- Simple à l'installation et l'utilisation.

b) Inconvénients

- Un volume sonore constant quel que soit le niveau de puissance demandé au moteur diesel.
- Un niveau d'émissions polluantes élevé même lorsque la demande d'énergie est faible.

- Une mauvaise stabilité de fréquence et de tension, dans les phases transitoires, en présence d'à-coups de charge.
- La présence d'un second moteur diesel en plus du moteur principal sur les applications embarquées.
- Le surdimensionnement du groupe en cas de charge non linéaires ou non symétriques (Redresseur, charges monophasée, etc.). Nécessite un entretien permanent. [7]

II.3.2.3 groupe électrogène de la raffinerie de sucre 3500T/J de CEVITAL

Sachant que la production subit des pannes d'électricité, l'entreprise s'est équipé d'un groupe électrogène de la marque SDMO, comme nous le montre la (**figure II.16**), construit pour fournir une tension composée de **400V** sous une puissance apparente de **1000 kVA**.



Figure II.16. Groupe électrogène de la raffinerie sucre CEVITAL

Description des éléments constituant du groupe

Il est principalement constitué de :

- Un moteur thermique.
- Un alternateur triphasé.
- Un module de contrôle et de commande électronique, destiné à la conduite de son fonctionnement appelé armoire ou coffret de commande et de contrôle

a. Moteur thermique

Le moteur thermique qui entre dans la constitution de notre groupe est un moteur diesel à 4 temps et à injection, de marque **MTU** son circuit de combustion est constitué de 16 cylindres en V (monté en V).

b. Alternateur triphasé

L'alternateur triphasé qui entre dans la constitution de notre groupe électrogène est de marque **LEROY SOMER** et type **LSA 49.1 4P** dont les caractéristiques sont les suivantes :

- Tension $U = 400V$
- Puissance active $P = 800 KW$
- Puissance apparente $S : 1000 KVA$
- Fréquence $f = 50Hz$
- Facteur de puissance $\cos \varphi = 0.8$

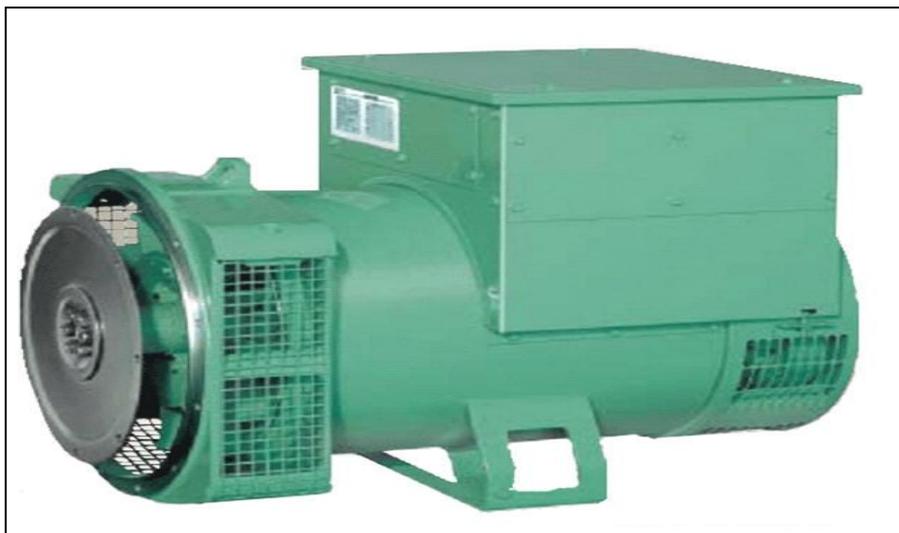


Figure II.17. Alternateur triphasé du groupe électrogène

PUISSANCE / RATING							
Tension Voltage	380	400	415	220	230	240	V
Phase	3	3	3	3	3	3	
Conn.							
Cont.	890	910	890	890	890	890	kVA
Base	712	728	712	712	712	712	KW
40°C	1352	1313	1238	2336	2234	2141	A
Secours	979	1000	979	979	1000	979	kVA
Std by	783	800	783	783	800	783	KW
27°C	1487	1443	1362	2569	2510	2355	A

Figure II.18. Plaque signalétique de l'alternateur du groupe de la raffinerie de sucre 3500T/J

c. Module de contrôle et de commande électronique.

Groupe équipé d'un coffret de commande TELYS comme le montre la (figure II.19) et (II.20), qui est un automate de contrôle/commande destiné à la conduite du groupe électrogène. Cet automate est alimenté en 12V ou 24V courant continu qui est intégré dans le pupitres suivant :



Figure II.19. Module de contrôle et de commande électronique

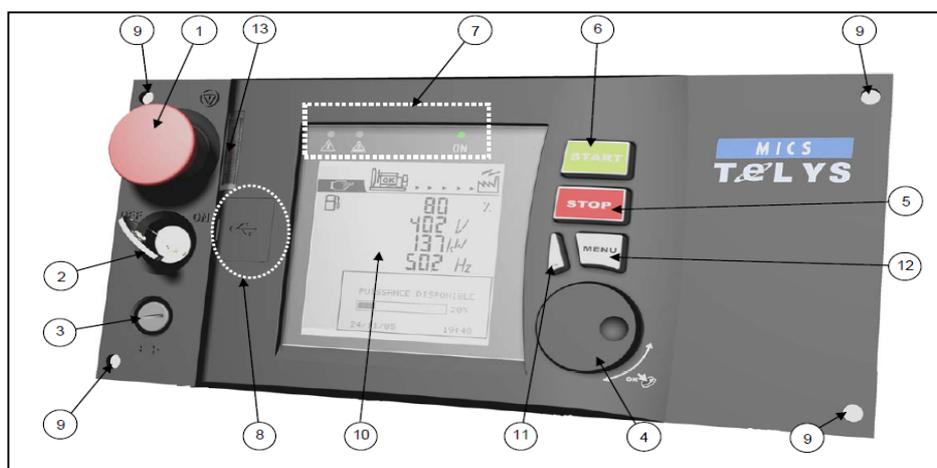


Figure II.20. Pupitre de commande du groupe électrogène

1. Bouton d'Arrêt d'Urgence (AU) permettant d'arrêter le groupe électrogène en cas de problème susceptible de mettre en danger la sécurité des personnes et des biens.
2. Commutateur à clé de mise sous / hors tension du module.
3. Fusible de protection de la carte électronique.
4. Molette de défilement et de validation permettant le défilement des menus et des écrans avec validation par simple pression sur la molette.
5. Bouton STOP permettant sur une impulsion d'arrêter le groupe électrogène.
6. Bouton START permettant sur une impulsion de démarrer le groupe électrogène.
7. LEDs de mise sous tension et de synthèse des alarmes et défauts.
8. Emplacement des ports USB.
9. Vis de fixation.
10. Ecran LCD pour la visualisation des alarmes et défauts, états de fonctionnement, grandeurs électriques et mécaniques.
11. Bouton ESC : retour à la sélection précédente et fonction RESET de défaut.

C.1 Description des éléments de l'écran du pupitre

L'écran est rétro-éclairé et ne nécessite aucun réglage de contraste. Cet écran est découpé en 4 zones, on peut voir ça dans la (figure II.21).

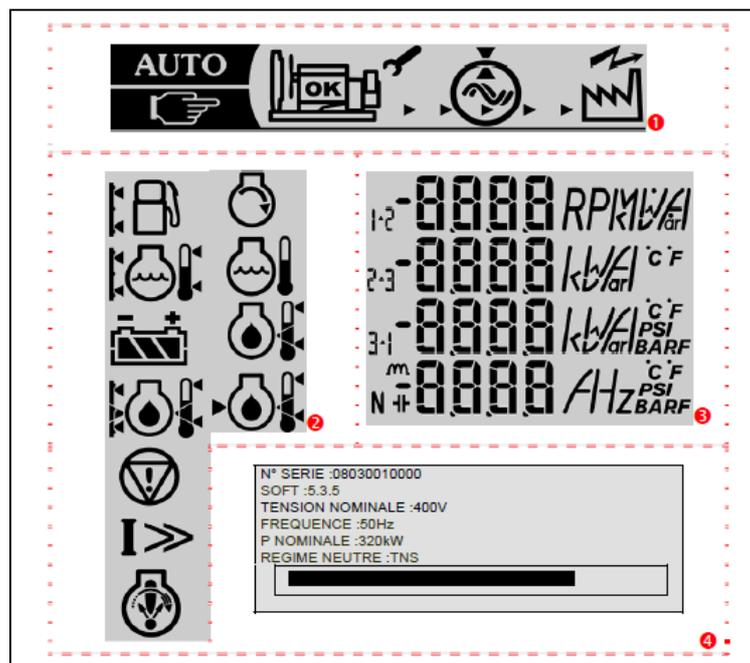


Figure II.21. Description des éléments de l'écran du pupitre

- Zone 1 : dans cette zone, apparaissent les états du groupe électrogène,
- Zone 2 : dans cette zone, apparaissent les pictogrammes correspondant aux grandeurs mesurées et les pictogrammes Alarmes et Défauts,
- Zone 3 : dans cette zone, apparaissent les valeurs mesurées correspondant aux grandeurs mesurées avec les unités de mesure correspondantes,
- Zone 4 : dans cette zone, apparaissent les messages liés à la conduite du groupe et aux menus.

Remarque : les indications de mesures, d'alarmes, de défauts ainsi que les messages et menus liés à la conduite du groupe électrogène dépendent de l'équipement de chaque groupe. Certains écrans présentés peuvent donc être inexistant.

II.3.3 Tableau générale de basse tension (TGBT)

L'armoire de distribution de type TGBT (Tableau Général Basse Tension) assure la fonction de distribution et de gestion d'énergie. Le TGBT est représenté par un système de coffrets et d'armoires comme on peut le voir dans la (**figure II.22**). Ces coffrets et armoires sont entièrement composables et doivent respecter la norme IEC EN 60 439-1. On y trouve les organes de protection, les appareils de mesure et de supervision ainsi que des modules de commande, de communication, etc. Les coffrets et armoires constituent l'enveloppe du TGBT. Le Tableau Général Basse Tension est le point central de la distribution de l'énergie électrique. [9]

L'armoire de distribution de type TGBT (Tableau Général Basse Tension) a pour vocation :

- la coupure et la protection générale jusqu'à 120 kA (I_{cw}) suivant les gammes de tableaux,
- la répartition de l'énergie électrique jusqu'à 6 300 A (I_{th}),
- la protection divisionnaire,
- le contrôle de la consommation et de la qualité d'énergie,
- l'isolation des biens et des personnes jusqu'à une tension assignée de 1 000 Vac (U_e).

Il peut aussi intégrer des fonctions Normal/Secours pour associer ou remplacer des sources d'énergie en cas de panne de certaines d'entre-elles. [10]



Figure II.22. Exemple d'armoire TGBT

Conclusion

Dans ce chapitre nous avons vu les différents schémas électriques d'installation du complexe CEVITAL et particulièrement celle la raffinerie sucre 3500T/J, on a décrit aussi le groupe électrogène actuel en donnant tous ses caractéristiques.

Après un rappel sur l'architecture de distribution de l'énergie électrique, la structure générale d'un réseau électrique est composants du réseau MT du complexe CEVITAL et on termine ce chapitre par la description des départs vers les transformateurs de la raffinerie sucre 3500T/J.

Introduction

Pour réaliser une installation électrique que ça soit dans l'industrie ou autres, il se doit de déterminer sa puissance maximale (puissance d'utilisation) que devra fournir le fournisseur d'énergie. La puissance d'utilisation est basée essentiellement sur la somme arithmétique des puissances installées de toutes les charges installées tout en tenant compte des différents facteurs.

III.2 Puissance Installée

La puissance installée est la somme des puissances absorbées de tous les récepteurs de l'installation en (KW). L'indication de la puissance nominale (P_n) est marquée sur la plupart des appareils et équipements électriques et réellement cette puissance n'est pas celle consommée par le récepteur.

$$P_a = \frac{P_n}{\eta}$$

P_n : Puissance nominale, trouver dans la plaque signalétique des équipements

η : Rendement des équipements

III.2.1 Puissance Installé de la raffinerie sucre 3500 T/J

Dans les tableau ci-dessous les différentes puissances nominales des équipements de la raffinerie sucre 3500T/J CEVITAL divisé sur 3 TGBT (2, 3, 4), ces derniers sont alimentés par les transformateurs abaisseurs de tension 30Kv-400V de 3150 KVA (2, 3, 4) respectivement.

Les résultats des calculs de puissances installées des TGBT sont inscrits dans les tableaux II.1, II.2 et II.3

Colonne : regroupement d'équipement comme on peut le voir dans la (**figure III.1**)

NB : La tension de l'ensembles des équipements est 400 V et leurs rendements est égale a 0,93.



Figure III.1. Colonne électrique au sein de la raffinerie

Tableau III.1. Bilan de puissance installée du TGBT 2

N°	Equipement (charge)	Référence	P _n (KW)	I _n (A)	Cos φ	P _a (KW)	Q _a (KVAR)	S _a (KVA)
Colonne 1								
1	Pompe d'alimentation	P 201 1N	37,00	68,5	0,78	39,78	31,93	51,02
2	Pompe d'alimentation (secours)	P 201 2N	37,00	68,5	0,78	39,78	31,93	51,02
3	1 ère Carbonatation Tube Richter	A 210 1N	0,25	0,8	0,45	0,27	0,53	0,60
4	1 ère Carbonatation Tube Richter	A 210 2N	0,25	0,8	0,45	0,27	0,53	0,60
5	1 ère Carbonatation Tube Richter	A 210 3N	0,25	0,8	0,45	0,27	0,53	0,60
6	1 ère Carbonatation Tube Richter	A 210 4N	0,25	0,8	0,45	0,27	0,53	0,60
totale						40,86	34,07	53,20
Colonne 2								

N°	Equipement (charge)	Référence	Pn (KW)	In (A)	Cos φ	Pa (KW)	Qa (KVAR)	Sa (KVA)
7	2 ^{ème} Carbonatation Tube Richter	A 220 1N	0,25	0,8	0,45	0,27	0,53	0,60
8	2 ^{ème} Carbonatation Tube Richter	A220 2N	0,25	0,8	0,45	0,27	0,53	0,60
9	2 ^{ème} Carbonatation Tube Richter	A 220 3N	0,25	0,8	0,45	0,27	0,53	0,60
totale						0,81	1,60	1,79
Colonne 3								
10	Pompe Sirop Carbonate	P 241 1N	37,00	68,5	0,78	39,78	31,93	51,02
11	Pompe Sirop Carbonate (secours)	P 241 2N	37,00	68,5	0,78	39,78	31,93	51,02
12	Agitateur A 253N	A 253 N	3,00	4,5	0,90	3,23	1,46	3,54
13	Agitateur A 254N	A 254 N	2,20	4,5	0,66	2,37	2,52	3,46
14	Pompe Lait de chaux p 255 N	P 255 N	4,00	8,0	0,70	4,30	4,26	6,05
15	Agitateur Bac Maturation Lait de chaux T 256N	A 256 N	3,00	6,5	0,68	3,23	3,55	4,80
totale						52,90	43,72	68,63
Colonne 4								
16	Agitateur Bac Maturation Lait de Chaux T 257N	A 257 N	3,00	6,5	0,68	3,23	3,55	4,80
17	Pompe de distribution Lait de Chaux	P 258 1N	11,00	21,5	0,74	11,83	10,77	16,00
18	Pompe de distribution Lait de Chaux (secours)	P 258 2N	11,00	21,5	0,74	11,83	10,77	16,00
totale						15,05	14,32	20,78

N°	Equipement (charge)	Référence	Pn (KW)	In (A)	Cos φ	Pa (KW)	Qa (KVAR)	Sa (KVA)
Colonne 5								
19	Agitateur Bac Tampon T 300N	A 300 N	7,50	15,0	0,82	8,06	6,40	10,29
20	Pompe Sirop avant filtration (petit débit) 5 filtre	P 301 1N	37,00	68,5	0,78	39,78	31,93	51,02
21	Pompe Sirop avant filtration (petit débit) 4 filtre	P 301 2N	37,0	68,5	0,78	39,78	31,93	51,02
22	Pompe Sirop avant filtration (grand débit)	P 302 N	45,00	81,0	0,86	48,39	30,79	57,35
23	Pompe a Boues vers T 350 N	P 322 N	18,50	35,0	0,76	19,89	16,95	26,13
totale						155,91	118,00	195,53
Colonne 6								
24	Agitateur Bac a Boues T 320N	A 320 1N	4,32	8,5	0,68	4,30	4,64	6,33
25	Agitateur Bac a Boues T 320N	A 320 2N	4,32	8,5	0,68	4,30	4,64	6,33
26	Agitateur Bac a Boues T 320N	A 320 3N	4,32	8,5	0,68	4,30	4,64	6,33
27	Transporteur à vis	A 327 N	6,15	18,0	0,87	11,83	6,61	13,55
28	Transporteur à vis	A 328 N	6,15	18,0	0,87	11,83	6,61	13,55
29	Transporteur à vis	A 329 N	6,15	18,0	0,87	11,83	6,61	13,55
30	Agitateur Bac a Boues avant filtration	A 350 2N	1,95	4,8	0,81	2,37	2,10	3,16
totale						50,75	35,86	62,14
Colonne 7								
31	Pompe Bac a Boues avant filtration	P 351 N	39,78	68,0	0,85	39,78	26,69	47,91
32	Pompe a jus	P 381 N	19,89	33,0	0,82	19,89	14,07	24,37
33	PPE a eau de sucrage filtre presses N°1	P 386 N	16,13	27,5	0,86	16,13	10,45	19,22

totale						75,81	51,21	91,48
N°	Equipement (charge)	Référence	Pn (KW)	In (A)	Cos φ	Pa (KW)	Qa (KVAR)	Sa (KVA)
Colonne 8								
34	Pompe Sirop Concentrateur 1 ^{er} effet	P 501 1N	30,00	70,0	0,62	32,26	40,92	52,10
35	Pompe Sirop Concentrateur (secours)	P 501 2N	30,00	70,0	0,62	32,26	40,92	52,10
36	Pompe Recirculation sur 1 ^{er} effet	P 560 N	37,00	68,5	0,78	39,78	31,93	51,02
37	Pompe Recirculation sur 2 ^{ème} effet	P 561 N	37,00	68,5	0,78	39,78	31,93	51,02
totale						111,83	104,78	154,13
Colonne 9								
38	Pompe Recirculation sur 1 ^{er} et 2 ^{ème} effet	P 562 N	37,00	68,5	0,78	39,78	31,93	51,02
39	PPE d'extraction Sirop concentre 2 ^{ème} effet	P 565 1N	30,00	70,0	0,62	32,26	40,92	52,10
40	PPE d'extraction Sirop concentre 2 ^{ème} effet	P 565 2N	30,00	70,0	0,62	32,26	40,92	52,10
totale						104,30	113,76	155,22
Colonne 10								
41	Vis de Reprise sucre humide	A 700 N	30,00	57,0	0,76	32,26	27,60	42,45
42	Vis d'alimentation Sécheur	A 701 N	22,00	42,5	0,75	23,66	20,94	31,59
43	Ventilateur pour air chaud	P 706 N	9,00	17,0	0,76	9,68	8,23	12,70
44	Vis de Reprise sucre sortie Sécheur	A 710 N	30,00	55,0	0,79	32,26	25,12	40,89

N°	Equipement (charge)	Référence	Pn (KW)	In (A)	Cos φ	Pa (KW)	Qa (KVAR)	Sa (KVA)
45	SAS Rotatif (sortie sécheur)	A 711 N	5,50	11,0	0,72	5,91	5,69	8,20
totale						103,76	87,58	135,78
Colonne 11								
46	Elévateur sucre sécheur	A 712 N	9,00	18,0	0,74	9,68	9,02	13,23
47	Tamiseur Egrugeonneur	S 713 N	2,70	6,0	0,62	2,90	3,51	4,55
48	SAS Rotatif (entre refroidisseur)	A 714 N	5,50	11,0	0,72	5,91	5,69	8,20
49	SAS Rotatif (entre refroidisseur)	A 716 N	5,50	13,0	0,62	5,91	7,60	9,63
50	Pompe	P 720 N	4,00	7,8	0,86	4,30	2,97	5,22
51	Elévateur sucre sec refroidi	A732 N	15,00	29,0	0,74	16,13	14,53	21,71
totale						44,84	43,31	62,34
Colonne 12								
52	Ventil. de Soufflage 1 er compartiment	P 726 N	9,00	17,0	0,76	9,68	8,23	12,70
53	Module Hydraulique (York) Pompe	P 743 N	22,00	41,0	0,86	23,66	15,59	28,33
54	PPE de circulation eau froide	E 745 N	11,00	20,0	0,79	11,83	9,13	14,94
55	Pompe eau froide vers E 721 N	P 746 N	15,00	26,5	0,82	16,13	11,30	19,69
totale						61,29	44,25	75,60
Colonne 13								
56	Ventelle de soufflage générale	P 725 N	160,00	281,5	0,82	172,04	120,03	209,78
totale						172,04	120,03	209,78
Colonne 14								

N°	Equipement (charge)	Référence	Pn (KW)	In (A)	Cos φ	Pa (KW)	Qa (KVAR)	Sa (KVA)
57	Ventilateur d'extraction	P 752 N	200,00	340,0	0,88	215,05	120,31	246,42
58	Tambour Sécheur	A 702 N	110,00	203,5	0,78	118,28	94,87	151,63
totale						333,33	215,17	396,75
Colonne 15								
59	3 ^{ème} Carbonatation Tube Richter	A 230 1N	0,25	0,46	0,78	0,27	0,22	0,34
60	3 ^{ème} Carbonatation Tube Richter	A 230 2N	0,25	0,46	0,78	0,27	0,22	0,34
61	3 ^{ème} Carbonatation Tube Richter	A 230 3N	0,25	0,46	0,78	0,27	0,22	0,34
totale						0,81	0,65	1,03

Tableau III.2. Bilan de puissance installée du TGBT 3

N°	Equipement (charge)	Référence	Pn (KW)	In(A)	Cos φ	Pa (KW)	Qn (KVAR)	Sn (KVA)
Colonne 1								
1	Pompe Recirculation LS1	P 615 N	55,00	100,5	0,79	59,14	45,90	74,86
2	Agitateur Cuite N°4 R2/R3	A 622 N	90,00	160,0	0,79	96,77	73,08	121,27
3	Agitateur Cuite N°5 R2/R3	A 632 N	90,00	160,0	0,79	96,77	73,08	121,27
totale						235,00	192,06	317,39
Colonne 2								
4	Agitateur Cuite N°1 R1	A 612 N	90,00	160,0	0,79	96,77	73,08	121,27
5	Agitateur Cuite N°2 R1	A 613 N	90,00	160,0	0,79	96,77	73,08	121,27
6	Agitateur Cuite N°3 R1	A 614 N	90,00	160,0	0,79	96,77	73,08	121,27
totale						270,00	219,24	363,80
Colonne 3								
7	Centrifugeuse Discontinue	S 655 N	315,00	583,0	0,78	338,71	252,76	403,87

N°	Equipement (charge)	Référence	Pn (KW)	In (A)	Cos φ	Pa (KW)	Qa (KVAR)	Sa (KVA)
8	Centrifugeuse Discontinue	S 657 N	315,00	583,0	0,78	338,71	252,76	403,87
9	Centrifugeuse Discontinue	S 656 N	315,00	583,0	0,78	338,71	252,76	403,87
totale						1016,13	815,36	1302,82
Colonne 4								
10	Centrifugeuse Discontinue	S 651 N	315,00	583,0	0,78	338,71	271,79	434,27
11	Centrifugeuse Discontinue	S 652 N	315,00	583,0	0,78	338,71	271,79	434,27
12	Centrifugeuse Discontinue	S 653 N	315,00	583,0	0,78	338,71	271,79	434,27
13	Centrifugeuse Discontinue	S 654 N	315,00	583,0	0,78	338,71	271,79	434,27
totale						1354,84	1087,15	1737,09
Colonne 5								
14	Malaxeur coulée cuites R1	M 617 1N	18,50	36,6	0,73	19,89	18,63	27,26
15	Malaxeur coulée cuites R1	M 617 2N	18,50	36,6	0,73	19,89	18,63	27,26
16	Malaxeur coulée cuites R2/R3	M 624 3N	18,50	36,6	0,73	19,89	18,63	27,26
17	Pompe recirculation LS2	P 625 N	37,00	68,5	0,78	39,78	31,93	51,02
						99,46	87,84	132,70
Colonne 6								
18	Pompe de recirculation LS3	P 635 N	37,00	68,5	0,78	39,78	31,93	51,02
19	Nocher distribution R1 sur centrifuge	M 641 N	18,50	35,1	0,76	19,89	16,99	26,16
20	Nocher distribution R2/R3 sur centrifuges	M642 N	9,00	18,6	0,70	9,68	9,90	13,84
total						69,35	58,82	90,94
Colonne 7								
21	Agitateur refondoir	A 666 N	2,20	4,8	0,66	2,37	2,69	3,58
22	Transporteur vibrant	A 660 N	18,50	36,0	0,74	19,89	18,04	26,85

total						22,26	20,72	30,41
N°	Equipement (charge)	Référence	Pn (KW)	In(A)	Cos φ	Pa (KW)	Qn (KVAR)	Sn (KVA)
Colonne 8								
23	Pompe déclassé refondu	P 668 N	2,20	4,7	0,67	2,37	2,60	3,51
24	Pompe de reprise ER1	P 671 N	15,00	28,9	0,75	16,13	14,24	21,52
25	Pompe de reprise ER2/ER3	P 676 N	15,00	28,9	0,75	16,13	14,24	21,52
26	Pompe de reprise EP2/EP3	P 678 N	22,00	41,8	0,76	23,66	20,24	31,13
27	Pompe de reprise EP3vers affinage	P 691 N	15,00	28,9	0,75	16,13	14,24	21,52
total						74,41	65,56	99,17
Colonne 9								
28	Pompe à vide anneau liquide	P 698 1N	250,00	434,8	0,83	268,82	180,67	323,89
29	Pompe à vide anneau liquide	P 698 2N	200,00	430,9	0,67	215,05	238,30	320,99
30	Eclairage		120,00	173,2	1	120	0,00	120,00
total						570,00	418,97	734,98

Tableau III.3. Bilan de puissance installée du TGBT 4

N°	Equipement (charge)	Référence	Pn (KW)	In(A)	cos φ	Pa (KW)	Qa (KVAR)	Sa (KVA)
Colonne 1								
1	Agitateur Cuite MCA	A 812 N	80,00	141,0	0,82	86,02	55,91	97,60
2	Agitateur Cuite MCB	A 822 N	80,00	141,0	0,82	86,02	55,91	97,60
3	Agitateur Cuite MCC	A 832 N	80,00	141,0	0,82	86,02	55,91	97,60
totale						258,06	180,36	314,85
Colonne 2								
4	Malaxeur Coulée MCA	M 813 N	11,00	22,0	0,72	11,83	10,58	15,26
5	Malaxeur Magma B	M 814 N	7,50	15,0	0,71	8,06	7,32	10,48
6	Pompe Recirculation LSA	P 818 N	30,00	57,0	0,76	32,26	25,67	39,48
7	Malaxeur Coulée MCB	M 823 N	11,00	22,0	0,72	11,83	10,58	15,26

N°	Equipement (charge)	Référence	Pn (KW)	In(A)	Cos φ	Pa (KW)	Qn (KVAR)	Sn (KVA)
8	Malaxeur Magma C	M 824 N	7,50	15,0	0,71	8,06	7,32	10,48
9	Pompe Recirculation LSB	P 828 N	18,50	35,0	0,76	19,89	15,76	24,30
totale						91,94	83,03	123,88
Colonne 3								
10	Malaxeur Coulée MCC	M 833 N	11,00	22,0	0,72	11,83	10,58	15,26
11	Pompe Recirculation LSC	P 838 N	11,00	21,5	0,74	11,83	10,02	14,88
12	Nocher distribution Centrifugeuses MCA	M 841 N	9,00	17,0	0,76	9,68	7,65	11,82
13	Nocher distribution Centrifugeuses MCB	M 842 N	5,50	11,0	0,70	5,91	5,44	7,74
14	Nocher distribution Centrifugeuses MCC	M 843 N	5,50	11,0	0,70	5,91	5,44	7,74
15	Malaxeur sous vide de transfert pied MCC	M 850 N	7,50	11,5	0,94	8,06	2,72	7,98
16	Vis de reprise sucre A (Réversible)	A 860 N	15,00	29,0	0,74	16,13	13,51	20,19
Totale						69,35	59,54	91,40
Colonne 4								
17	Agitateur refondoir sucre A	A 865 1N	2,20	4,8	0,81	2,37	1,95	2,94
18	Agitateur refondoir sucre A	A 865 2N	2,20	4,8	0,81	2,37	1,95	2,94
19	Agitateur refondoir sucre A	A 865 3N	2,20	4,8	0,81	2,37	1,95	2,94
20	Pompe de recirculation	P 866 N	11,00	21,5	0,74	11,83	10,02	14,88
21	Empâteur de sucre B	M 870 N	22,00	42,0	0,76	23,66	18,91	29,01
22	Pompe magma B	P 871 N	15,00	28,5	0,76	16,13	0,45	15,01
Totale						58,71	37,88	69,87
Colonne 5								
23	Empâteur sucre C	M 875 N	22,00	42,0	0,76	23,66	18,91	29,01
24	Pompe magmaC	P 876 N	11,00	21,5	0,74	11,83	10,02	14,88
25	Pompe reprise ERA	P 881 N	7,50	15,5	0,70	8,06	7,67	10,73
26	Pompe reprise EPA	P 833 N	11,00	21,5	0,74	11,83	10,02	14,88

Totale						55,38	50,13	74,69
N°	Equipement (charge)	Référence	Pn (KW)	In(A)	Cos φ	Pa (KW)	Qn (KVAR)	Sn (KVA)
Colonne 6								
27	Pompe reprise EPB	P 886 N	7,50	15,5	0,70	8,06	7,67	10,73
28	Pompe reprise mélasse	P 888 N	5,50	11,0	0,70	5,91	5,44	7,74
Totale						13,98	14,10	19,85
Colonne 7								
29	Pompe recirculation eau adoucie chaude	P 916 1N	11,00	21,5	0,74	11,83	10,02	14,88
30	Pompe recirculation vers T850 N	P 917 1N	30,00	53,5	0,81	32,26	21,74	37,05
31	Pompe eau chaude de service	P 918 1N	18,50	32,5	0,82	19,89	12,89	22,55
32	Pompe eau brute	P 940 1N	30,00	54,0	0,80	32,26	22,45	37,47
33	Pompe eau brute (secours)	P 940 2N	30,00	54,0	0,80	32,26	22,45	37,47
Totale						96,24	72,14	120,27
Colonne 8								
34	Pompe eau adoucie froide (secours)	P 915 2N	30,00	54,0	0,80	32,26	22,45	37,47
35	PPE d'extraction condensats	P 966 N	11,00	20,0	0,86	11,83	7,07	13,08
36	PPE d'extraction condensats	P 975 N	3,00	8,0	0,56	3,23	4,59	5,49
37	Pompe eau de clairçage	P 978 N	15,00	58.5	0,37	16,13	0,64	15,01
Totale						29,00	13,23	33,87
Colonne 9								
38	Pompe d'extraction condensats	P 981 N	30,00	54,0	0,80	32,26	22,45	37,47
39	Pompe eau de clairçage	P985 N	15,00	58.5	0,37	16,13	37,65	40,53
40	Pompe d'assainissement raffinerie	P 990 N	7,50	20,0	0,86	8,06	7,07	10,31
41	Pompe d'assainissement raffinerie	P 991 N	7,50	20,0	0,86	8,06	7,07	10,31
Totale						31,18	52,96	83,47

N°	Equipement (charge)	Référence	Pn (KW)	In(A)	Cos φ	Pa (KW)	Qn (KVAR)	Sn (KVA)
Colonne 10								
42	Pompe a vide anneau liquide	P 898 1N	250,00	429,5	0,84	268,82	161,46	297,60
43	Pompe a vide anneau liquide	P 898 2 N	250,00	429,5	0,84	268,82	161,46	297,60
totale						537,63	347,22	640,01
Colonne 11								
44	Pompe a vide anneau liquide	P 898 3 N	250,00	429,5	0,84	268,82	161,46	297,60
Totale						268,82	0,40	268,82
Colonne 12								
45	Onduleur raffinerie	OND RA N	36,00	56,0	0,92	38,71	15,21	39,08
Totale						38,71	16,35	42,02
Colonne 13								
46	Eclairage raffinerie	ECL RA N	120,00	173,0	1	129,03	0,00	120,00
47	Compresseur air process	A 987 1 N	37,00	69,0	0,83	39,78	26,66	45,61
48	Compresseur air process (secours)	A 987 2 N	37,00	69,0	0,83	39,78	26,66	45,61
Totale						168,82	28,67	171,23
Colonne 14								
49	Compresseur air process (secours)	A 987 3N	37,00	69,0	0,83	39,78	26,66	45,61
50	Pont roulant raffinerie	A 998 N	22,00	42,0	0,76	23,66	18,91	29,01
51	Ascenseur raffinerie	A 999 N	12,50	19,0	0,92	13,44	5,16	13,52
Totale						37,10	25,88	45,74
Colonne 15								
52	Centrifugeuse discontinue MCA	S 851 N	315,00	582,0	0,78	338,71	252,33	403,60
53	Centrifugeuse continue MCA	S 852 N	75,00	137,0	0,82	80,65	54,33	92,61
54	Centrifugeuse continue MCA	S 853 N	55,00	100,0	0,82	59,14	39,65	67,80
55	Centrifugeuse continue MCB	S 854 N	55,00	100,0	0,82	59,14	39,65	67,80

N°	Equipement (charge)	Référence	Pn (KW)	In(A)	Cos φ	Pa (KW)	Qn (KVAR)	Sn (KVA)
56	Centrifugeuse continue MCC	S 855 N	55,00	100,0	0,82	59,14	39,65	67,80
57	Centrifugeuse continue MCA/MCC (SECOURS)	S 856 N	55,00	100,0	0,82	59,14	39,65	67,80
58	Compresseur air instrumentation	A 983 1N	110,00	186,0	0,87	118,28	63,54	127,03
Totale						715,05	525,97	887,67
Colonne 16								
59	Compresseur air instrumentation	A 983 2N	110,00	186,0	0,87	118,28	63,54	127,03
60	Compresseur air instrumentation	A 983 3N	110,00	186,0	0,87	118,28	63,54	127,03
Totale						236,56	136,64	273,19
Colonne 17								
61	Sécheur sur air instrumentation	A 984 1N	0,45	1,0	0,65	0,48	0,53	0,69
62	Sécheur sur air instrumentation	A 984 2N	0,45	1,0	0,65	0,48	0,53	0,69
Totale						0,97	1,13	1,49

Après calcul on obtient les puissances apparentes totale de chaque TGBT les lignes colorées représente les équipements de secours ils ne s'additionnent pas au totale

TGBT 2 = 1676,67 KVA TGBT 3 = 4807,19 KVA TGBT 4 = 3124,79 KVA

III.3 Puissance d'utilisation

Elle représente la puissance réellement demandée au point source par les divers circuits d'une installation électrique. Les récepteurs ne fonctionnent pas tous ni en même temps ni à plain charge, de cela on remarque l'apparition des facteurs tel que des facteurs de simultanéité (Ks) et d'utilisations (Ku) qui vont nous permettre de calculer la puissance apparente maximale réelle absorbée par chaque récepteur. La puissance d'utilisation sert à dimensionner l'installation, pour déterminer la quantité d'énergie à utiliser. [10]

- **Facteur d'utilisation (Ku)**

Dans un fonctionnement normal du récepteur sa puissance d'utilisation peut être inférieur a sa puissance nominale installée, de cela on tire la notion de facteur d'utilisation (Ku)

Les facteurs d'utilisations s'appliquent individuellement pour chaque équipement car ils ont une relation avec le type de charge et d'utilisation.

Tableau III.4. Facteurs d'utilisation selon le type d'utilisation

Type d'utilisation	Facteur d'utilisation
Prise de courant (n : nombre de prise de courant alimenté par le même circuit)	$0,1+(0,9/n)$ si $n < 6$ 0,6 si $n > 6$
Moteur électrique	0,75
Chauffage électrique	1
Eclairage	1

- **Facteur de simultanéité (Ks)**

Tous les récepteurs installés ne fonctionnent pas simultanément. C'est pourquoi il est permis d'appliquer aux différents ensembles de récepteurs (ou de circuits) des facteurs de simultanéité. Le facteur de simultanéité s'applique à chaque regroupement de récepteurs. La détermination de ces facteurs de simultanéité implique la connaissance détaillée de l'installation et de ses conditions d'exploitation. Des valeurs précises applicables à tous les cas ne peuvent donc pas être précisées. Les norme NF C 15-100, NF C 63-410 donnent des indications sue ce facteur.

Tableau III.5. Facteurs de simultanéité

Nombre de récepteur	Facteur de simultanéité (Ks)
2 et 3	0,9
4 et 5	0,8
6 à 9	0,7
10 et plus	0,6

- **Facteur d'extension (Ke)**

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 1,5. Dans notre cas Ke

est pris égal à 1. [11]

III.3.1 Puissance d'utilisation d'une charge P_{uc}

Pour déterminer la puissance d'utilisation réelle d'une charge électrique, on doit connaître son facteur d'utilisation (K_u) car les récepteurs ne consomment pas toute la puissance Elle est donnée par la relation suivante [11] :

$$P_{uc} = K_u * P_a \quad (II.1)$$

Avec P_{uc} : puissance d'utilisation d'une charge.

P_n : Puissance nominale.

K_u : Facteur d'utilisation.

III.3.2 Puissance d'utilisation dans une branche (colonne) P_{ub}

Cette puissance est déterminée en établissant la somme de toutes les puissances d'utilisation du groupe de récepteurs alimenté par la même branche, multipliée par le facteur de simultanéité correspondant.

Elle est donnée par la relation suivante :

$$P_{ub} = K_s * \sum_{i=1}^n P_{uc} \quad (II.2)$$

P_{uj} : Puissance d'utilisation dans une branche.

K_s : Facteur de simultanéité.

n : Nombre de récepteurs.

En suite cette puissance peut nous servir à calculer la puissance d'utilisation au poste de transformation en multipliant la puissance d'utilisation dans une branche par le facteur d'extension (K_e).

$$P_{ut} = P_{ub} * K_e \quad (II.3)$$

III.3.3 Puissance d'utilisation de la raffinerie sucre 3500T CEVITAL

Dans les tableau ci-dessous les puissance d'utilisation des équipements de la raffinerie sucre 3500T CEVITAL divisé sur 3 TGBT (2, 3, 4), ces derniers alimentés par les transformateurs abaisseurs de tension 30Kv-400V (2, 3, 4) respectivement.

Les résultats des calculs des TGBT sont inscrits dans les tableaux II.6, II.7 et II.8

Tableau III.6. Bilan de puissance d'utilisation du TGBT 2

N°	Ku	Puc (KW)	Quc (KVAR)	Suc (KVA)	Totale	Ks	Pub (KW)	Qub (KVAR)	Sub (KVA)
Colonne 1									
1	0,75	29,84	23,95	38,26	Puc=30,65 Quc=25,55 Suc=39,90	0,8	24,52	20,44	31,92
2	0,75	29,84	23,95	38,26					
3	0,75	0,20	0,40	0,45					
4	0,75	0,20	0,40	0,45					
5	0,75	0,20	0,40	0,45					
6	0,75	0,20	0,40	0,45					
Colonne 2									
7	0,75	0,20	0,40	0,45	Puc=0,60 Quc=1,20 Suc=1,34	0,9	0,54	1,08	1,21
8	0,75	0,20	0,40	0,45					
9	0,75	0,20	0,40	0,45					
Colonne 3									
10	0,75	29,84	23,95	38,26	Puc=39,68 Quc=32,79 Suc=51,47	0,8	31,74	26,23	41,18
11	0,75	29,84	23,95	38,26					
12	0,75	2,42	1,10	2,66					
13	0,75	1,77	1,89	2,59					
14	0,75	3,23	3,19	4,54					
15	0,75	2,42	2,66	3,60					
Colonne 4									
16	0,75	2,42	2,66	3,60	Puc=11,29 Quc=10,74 Suc=15,58	0,9	10,16	9,67	14,03
17	0,75	8,87	8,08	12,00					
18	0,75	8,87	8,08	12,00					
Colonne 5									
19	0,75	6,05	4,80	7,72	Puc=116,94 Quc=88,5 Suc=146,65	0,8	93,55	70,80	117,32
20	0,75	29,84	23,95	38,26					
21	0,75	29,84	23,95	38,26					
22	0,75	36,29	23,09	43,02					
23	0,75	14,92	12,71	19,60					
Colonne 6									

N°	Ku	Puc (KW)	Quc (KVAR)	Suc (KVA)	Totale	Ks	Pub (KW)	Qub (KVAR)	Sub (KVA)
24	0,75	3,23	3,48	4,75	Puc=38,06 Quc=26,90 Suc=46,61	0,7	26,65	18,83	32,63
25	0,75	3,23	3,48	4,75					
26	0,75	3,23	3,48	4,75					
27	0,75	8,87	4,96	10,16					
28	0,75	8,87	4,96	10,16					
29	0,75	8,87	4,96	10,16					
30	0,75	1,77	1,57	2,37					
Colonne 7									
31	0,75	29,84	20,01	35,93	Puc=56,85 Quc=38,41 Suc=68,61	0,9	51,17	34,57	61,75
32	0,75	14,92	10,55	18,27					
33	0,75	12,10	7,84	14,42					
Colonne 8									
34	0,75	24,19	30,69	39,08	Puc=83,87 Quc=78,59 Suc=114,94	0,9	75,48	70,73	103,44
35	0,75	24,19	30,69	39,08					
36	0,75	29,84	23,95	38,26					
37	0,75	29,84	23,95	38,26					
Colonne 9									
38	0,75	29,84	23,95	38,26	Puc=77,82 Quc=85,32 Suc=115,76	0,9	70,40	76,79	104,18
39	0,75	24,19	30,69	39,08					
40	0,75	24,19	30,69	39,08					
Colonne 10									
41	0,75	24,19	20,70	31,84	Puc=77,82 Quc=65,68 Suc=101,84	0,8	62,26	52,55	81,47
42	0,75	17,74	15,71	23,70					
43	0,75	7,26	6,17	9,53					
44	0,75	24,19	18,84	30,66					
45	0,75	4,44	4,27	6,15					
Colonne 11									
46	0,75	7,26	6,76	9,92	Puc=33,63 Quc=32,48 Suc=46,75	0,7	23,54	22,74	32,73
47	0,75	2,18	2,63	3,41					
48	0,75	4,44	4,27	6,15					
49	0,75	4,44	5,70	7,22					
50	0,75	3,23	2,22	3,92					
51	0,75	12,10	10,90	16,28					
Colonne 12									
52	0,75	7,26	6,17	9,53		0,8	36,77	26,55	45,36

53	0,75	17,74	11,69	21,25	Puc=45,97 Quc=33,19 Suc=56,70				
54	0,75	8,87	6,85	11,21					
55	0,75	12,10	8,47	14,77					
Colonne 13									
56	0,75	129,03	90,02	157,33	Puc=120,00 Quc=83,72 Suc=157,33	1	129,03	90,02	157,33
Colonne 14									
57	0,75	161,29	90,23	184,81	Puc=250,00 Quc=161,38 Suc=297,56	0,9	225	145,24	267,81
58	0,75	88,71	71,15	113,72					
Colonne 15									
59	0,75	0,20	0,16	0,26	Puc=0,60 Quc=0,49 Suc=0,78	0,9	0,54	0,44	0,70
60	0,75	0,20	0,16	0,26					
61	0,75	0,20	0,16	0,26					

Tableau III.7. Bilan de puissance d'utilisation du TGBT 3

N°	Ku	Puc (KW)	Quc (KVAR)	Suc (KVA)	Totale	Ks	Pub (KW)	Qub (KVAR)	Sub (KVA)
Colonne 1									
1	0,75	44,35	34,43	56,15	Puc=189,52 Quc=144,05 Suc=238,05	0,9	170,56	129,64	214,24
2	0,75	72,58	54,81	90,95					
3	0,75	72,58	54,81	90,95					
Colonne 2									
4	0,75	72,58	54,81	90,95	Puc=217,74 Quc=164,43 Suc=272,85	0,9	195,97	147,99	245,57
5	0,75	72,58	54,81	90,95					
6	0,75	72,58	54,81	90,95					
Colonne 3									
7	0,75	254,03	203,84	325,70	Puc=762,10 Quc=611,52 Suc=977,11	0,9	685,89	550,37	879,40
8	0,75	254,03	203,84	325,70					
9	0,75	254,03	203,84	325,70					
Colonne 4									
10	0,75	254,03	203,84	325,70	Puc=1016,13 Quc=815,36 Suc=1302,82	0,8	812,90	326,14	1042,25
11	0,75	254,03	203,84	325,70					
12	0,75	254,03	203,84	325,70					

13	0,75	254,03	203,84	325,70					
N°	Ku	Puc (KW)	Quc (KVAR)	Suc (KVA)	Totale	Ks	Pub (KW)	Qub (KVAR)	Sub (KVA)
Colonne 5									
14	0,75	14,92	13,98	20,44	Puc=74,60 Quc=65,88 Suc=99,52	0,8	59,68	52,70	79,62
15	0,75	14,92	13,98	20,44					
16	0,75	14,92	13,98	20,44					
17	0,75	29,84	23,95	38,26					
Colonne 6									
18	0,75	29,84	23,95	38,26	Puc=52,02 Quc=44,12 Suc=68,21	0,9	46,81	39,71	61,39
19	0,75	14,92	12,75	19,62					
20	0,75	7,26	7,42	10,38					
Colonne 7									
21	0,75	1,77	2,01	2,68	Puc=16,69 Quc=15,54 Suc=22,81	0,9	15,02	13,99	20,53
22	0,75	14,92	13,53	20,14					
Colonne 8									
23	0,75	1,77	1,95	2,64	Puc=55,81 Quc=49,17 Suc=74,38	0,8	44,65	39,34	59,50
24	0,75	12,10	10,68	16,14					
25	0,75	12,10	10,68	16,14					
26	0,75	17,74	15,18	23,35					
27	0,75	12,10	10,68	16,14					
Colonne 9									
28	0,75	201,61	135,50	242,92	Puc=482,90 Quc=314,23 Suc=576,14	0,9	434,61	282,80	518,82
29	0,75	161,29	178,73	240,74					
30	1	96,77	0,00	96,77					

Tableau III.8. Bilan de puissance d'utilisation du TGBT 4

N°	Ku	Puc (KW)	Quc (KVAR)	Suc (KVA)	Totale	Ks	Pub (KW)	Qub (KVAR)	Sub (KVA)
Colonne 1									
1	0,75	64,52	45,09	78,71	Puc=193,55 Quc=135,27 Suc=236,14	0,9	174,19	121,75	212,52
2	0,75	64,52	45,09	78,71					
3	0,75	64,52	45,09	78,71					
Colonne 2									
4	0,75	8,87	8,53	12,31	Puc=68,95 Quc=62,27	0,7	48,27	43,59	65,04
5	0,75	6,05	5,90	8,45					
6	0,75	24,19	20,70	31,84					

7	0,75	8,87	8,53	12,31	Suc=92,91				
8	0,75	6,05	5,90	8,45					
9	0,75	14,92	12,71	19,60					
N°	Ku	Puc (KW)	Quc (KVAR)	Suc (KVA)	Totale	Ks	Pub (KW)	Qub (KVAR)	Sub (KVA)
Colonne 3									
10	0,75	8,87	8,53	12,31	Puc=52,02 Quc=44,65 Suc=68,55	0,7	36,41	31,26	47,09
11	0,75	8,87	8,08	12,00					
12	0,75	7,26	6,17	9,53					
13	0,75	4,44	4,39	6,24					
14	0,75	4,44	4,39	6,24					
15	0,75	6,05	2,19	6,43					
16	0,75	12,10	10,90	16,28					
Colonne 4									
17	0,75	1,77	1,57	2,37	Puc=44,03 Quc=28,41 Suc=52,40	0,7	30,82	19,89	36,68
18	0,75	1,77	1,57	2,37					
19	0,75	1,77	1,57	2,37					
20	0,75	8,87	8,08	12,00					
21	0,75	17,74	15,25	23,40					
22	0,75	12,10	0,36	12,10					
Colonne 5									
23	0,75	17,74	15,25	23,40	Puc=41,53 Quc=37,60 Suc=56,02	0,8	33,23	30,08	44,82
24	0,75	8,87	8,08	12,00					
25	0,75	6,05	6,18	8,65					
26	0,75	8,87	8,08	12,00					
Colonne 6									
27	0,75	6,05	6,18	8,65	Puc=10,48 Quc=10,57 Suc=14,89	0,9	9,44	9,52	13,40
28	0,75	4,44	4,39	6,24					
Colonne 7									
29	0,75	8,87	8,08	12,00	Puc=72,18 Quc=9,92 Suc=27,08	0,8	57,74	43,28	72,16
30	0,75	24,19	17,53	29,88					
31	0,75	14,92	10,39	18,18					
32	0,75	24,19	18,10	30,22					
33	0,75	24,19	18,10	30,22					
Colonne 8									
34	0,75	24,19	18,10	30,22	Puc=23,39 Quc=9,92 Suc=25,41	0,9	21,05	8,93	22,87
35	0,75	8,87	5,70	10,55					
36	0,75	2,42	3,70	4,42					

37	0,75	12,10	0,52	12,11					
N°	Ku	Puc (KW)	Quc (KVAR)	Suc (KVA)	Totale	Ks	Pub (KW)	Qub (KVAR)	Sub (KVA)
Colonne 9									
38	0,75	24,19	18,10	30,22	Puc=48,39 Quc=39,72 Suc=62,60	0,8	38,71	31,78	50,08
39	0,75	12,10	0,52	12,11					
40	0,75	6,05	5,70	8,31					
41	0,75	6,05	15,40	16,54					
Colonne 10									
42	0,75	201,61	130,21	240,00	Puc=403,23 Quc=260,41 Suc=480,01	0,9	362,90	234,37	432,01
43	0,75	201,61	130,21	240,00					
Colonne 11									
44	0,75	201,61	0,30	201,61	Puc=201,61 Quc=0,30 Suc=201,61	1	201,61	0,30	201,61
Colonne 12									
45	0,75	29,03	12,26	31,52	Puc=29,03 Quc=12,26 Suc=31,52	1	29,03	12,26	31,52
Colonne 13									
46	1	120,00	0,00	120,00	Puc=149,84 Quc=21,50 Suc=151,37	0,9	108,00	19,35	108,00
47	0,75	29,84	21,50	36,78					
48	0,75	29,84	21,50	36,78					
Colonne 14									
49	0,75	29,84	21,50	36,78	Puc=27,82 Quc=19,41 Suc=33,93	0,9	25,04	17,47	30,53
50	0,75	17,74	15,25	23,40					
51	0,75	10,08	4,16	10,91					
Colonne 15									
52	0,75	254,03	203,49	325,49	Puc=536,29 Quc=394,48 Suc=665,75	0,7	375,40	276,14	466,02
53	0,75	60,48	43,81	74,68					
54	0,75	44,35	31,98	54,68					
55	0,75	44,35	31,98	54,68					
57	0,75	44,35	31,98	54,68					
58	0,75	44,35	31,98	54,68					
59	0,75	88,71	51,24	102,44					
Colonne 16									

N°	Ku	Puc (KW)	Quc (KVAR)	Suc (KVA)	Totale	Ks	Pub (KW)	Qub (KVAR)	Sub (KVA)
60	0,75	88,71	51,24	102,44	Puc=177,42 Quc=102,48 Suc=204,89	0,9	159,68	92,23	184,40
61	0,75	88,71	51,24	102,44					
Colonne 17									
62	0,75	0,36	0,42	0,56	Puc=0,73 Quc=0,85 Suc=1,12	0,9	0,65	0,76	1,01
63	0,75	0,36	0,42	0,56					

Remarque : Après calcul on obtient les puissances d'utilisation totale de chaque TGBT, les lignes colorées représentent les équipements de secours qui ne s'additionnent pas au totale.

TGBT 2 = 1089,22 KVA TGBT 3 = 3118,53 KVA TGBT 4 = 1979,27 KV

III.4 Puissance d'utilisation des équipements prioritaires de la raffinerie sucre 3500 T/J

Tableau III.9. Puissance d'utilisation des équipements prioritaires du TGBT 2

Référence	Ku	Puc	Quc	Suc	Totale
Section 2					
A 253 N	0,75	2,42	1,10	2,66	Puc=21,13 KW Quc=19,58 KVAR Suc=28,81 KVA
A 254 N	0,75	1,77	1,89	2,59	
A 255 N	0,75	3,23	3,19	4,54	
A 256 N	0,75	2,42	2,66	3,60	
P 257 N	0,75	2,42	2,66	3,60	
P 258 N	0,75	8,87	8,08	12,00	
Section 3					
A 320 1N	0,75	3,23	3,48	4,75	Puc=24,61 KW Quc=23,15KVAR Suc=33,79 KVA
A 320 2N	0,75	3,23	3,48	4,75	
A 320 3N	0,75	3,23	3,48	4,75	
P 322 N	0,75	14,92	12,71	19,60	
Section 7					
P 726 N	0,75	7,26	6,17	9,53	Puc=178,22 KW Quc=132,60KVAR Suc=222,14 KVA
A 700 N	0,75	24,19	20,70	31,84	
A 701 N	0,75	17,74	15,71	23,70	
P 725 N	0,75	129,03	90,02	157,33	

Tableau III.10. Puissance d'utilisation des équipements prioritaires du TGBT 3

Référence	Ku	Puc	Quc	Suc	Totale
Section 6					
A 612 N	0,75	72,58	54,81	90,95	Puc= 414,92 KW Quc=322,17KVAR Suc=525,31 KVA
A 613 N	0,75	72,58	54,81	90,95	
A 614 N	0,75	72,58	54,81	90,95	
A 622 N	0,75	72,58	54,81	90,95	
A 632 N	0,75	72,58	54,81	90,95	
M 624 N	0,75	14,92	13,98	20,44	
M 617 N	0,75	14,92	13,98	20,44	
M 641 N	0,75	14,92	12,75	19,62	
M 642 N	0,75	7,26	7,42	10,38	

Tableau III.11. Puissance d'utilisation des équipements prioritaires du TGBT 4

Référence	Ku	Puc	Quc	Suc	Totale
Section 8					
A 812 N	0,75	64,52	45,09	78,71	Puc= 289,19KW Quc=222,84KVAR Suc= 365,09 KVA
A 822 N	0,75	64,52	45,09	78,71	
A 832 N	0,75	64,52	45,09	78,71	
M 813 N	0,75	8,87	8,53	12,31	
M 823 N	0,75	8,87	8,53	12,31	
M 833 N	0,75	8,87	8,53	12,31	
M 814 N	0,75	6,05	5,90	8,45	
M 824 N	0,75	6,05	5,90	8,45	
M 870 N	0,75	17,74	15,25	23,40	
M 875 N	0,75	17,74	15,25	23,40	
A 865 1N	0,75	1,77	1,57	2,37	
A 865 2N	0,75	1,77	1,57	2,37	
A 865 3N	0,75	1,77	1,57	2,37	
M 841 N	0,75	7,26	6,17	9,53	
M 842 N	0,75	4,44	4,39	6,24	
M 843 N	0,75	4,44	4,39	6,24	
Section 9					
ECLAIRAGE	1	50	0	50	Puc= 50KW Quc=0KVAR Suc= 50KVA

NB : la puissance apparente totale des équipements prioritaires est de :

$$S_{uc}(\text{Totale}) = 1214,71 \text{ KVA}$$

Conclusion

Dans ce chapitre on a pu calculer la consommation en terme de puissance de tous les récepteurs de la raffinerie sucre 3500T/J de CEVITAL en tenant compte des différents facteurs qui agissent sur l'installation. On a trouvé que le TGBT2 consomme une puissance de **1089,22 KVA**, le TGBT3 consomme **3118,53 KVA** et le TGBT4 **1979,27 KVA**. La consommation totale de puissance des équipements prioritaires de cette raffinerie est de **1214,71 KVA**. On conclut alors que notre groupe électrogène de secours ne suffit pas à alimenter tous les équipements prioritaires de la raffinerie sucre 3500T/J de CEVITAL.

Introduction

Après avoir pris connaissance des différentes puissances demandées pour l'installation électrique, en va faire le dimensionnement et le choix des éléments d'installation.

Dans ce chapitre nous allons voir les caractéristiques de chaque partie d'une installation, où nous allons faire le dimensionnement des canalisations, la vérification des chutes de tension et le calcul de courant court-circuit qui va nous permettre de dimensionner la protection pour chaque élément.

IV.1 Détermination des sections des conducteurs

En conformité avec les recommandations de la norme NF C 15-100, le choix de la section des canalisations et du dispositif de protection doit satisfaire aux conditions suivantes :[12]

- La section doit supporter, durant le temps de fonctionnement, l'échauffement admissible qui se produit en régime normal.
- Elle doit supporter, en cas de court-circuit, et durant le temps qui précède la réaction des protections, l'échauffement imposé par ce régime.
- La chute de tension provoquée par le passage du courant dans les conducteurs doit être compatible avec la tension existante au départ et celle souhaitée à l'arrivée.

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

IV.1.1 Caractéristiques des câbles

Les câbles basse tension qui sont utilisés dans cette installation sont de type U1000R2V multipolaire, dont les caractéristiques sont données ci-dessous selon la norme NFC 32-321, la (**figure IV.1**) nous illustre les différents constituants d'un câble électrique. [13]



Figure IV.1. Constitution du câble électrique U1000R2V

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

Température maximale à l'âme :

- 85°C en permanence.
- 250°C en court-circuit.

Le PVC est peu résistant aux propagations des flammes, et interdit dans : les piscines, les industries chimiques, les carrières (chocs mécaniques), les industries importantes (vibration), et les endroits où les effets sismiques sont importants.

IV.1.2 Détermination des courants

- a. Courant d'emploi I_e :** C'est le courant correspondant à la plus grande puissance transportée par le circuit. [14]

$$I_e = P_u * a * b * c * d * e \quad (\text{IV.1})$$

Avec :

P_u : Puissance utile du récepteur [kW] (indique sur la plaque signalétique de l'appareil).

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

$$a = \frac{1}{\eta * \cos\phi} \quad (\text{IV.2})$$

b : (K_u) facteur d'utilisation des appareils. On peut prendre 0,75 pour les moteurs et 1 pour l'éclairage.

c : facteur de simultanéité.

d: facteur tenant compte des prévisions d'extension.

e : facteur de conversion des puissances en intensités.

En monophasé :

$$e = \frac{1000}{V} \quad (\text{IV.3})$$

En triphasé :

$$e = \frac{1000}{\sqrt{3} \cdot U} \quad (\text{IV.4})$$

b. Courant fictif I_f : Le calcul du courant fictif I_f est nécessaire pour déterminer la section du câble, ce courant fictif est une correction maximum de courant d'emploi, réellement transite dans le câble suivant l'expression [14] :

$$I_f = \frac{I_e}{K} \leq I_{ad} \quad (\text{IV.5})$$

K: facteur de correction tenant compte de condition d'exploitation du câble

c. Courant admissible I_{ad} : Le courant admissible est défini comme la valeur maximale du courant qui peut parcourir en permanence un conducteur, dans des conditions données d'installation, sans que la température en régime permanent soit supérieure à une valeur spécifiée. Cette définition fait apparaître que la valeur du courant admissible dépend essentiellement des facteurs suivants [14]:

- La température maximale admissible en régime permanent,
- Les conditions d'installation.

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

$$I_{ad} \geq I_f = \frac{I_e}{K} \quad (\text{IV.6})$$

IV.1.3 Calcul de section des canalisations

Le calcul de la section d'un conducteur, d'une ligne électrique est fonction des différents paramètres de l'installation :

- 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_e .

Ainsi on calcul la valeur du courant fictif suivant la relation :

$$I_f = \frac{I_e}{K} = \frac{I_e}{k_1 * k_2 * k_3 * k_n * k_s} \quad (\text{IV.7})$$

Le coefficient K s'obtient en multipliant les facteurs de correction, K_1 , K_2 , K_3 , K_n et K_s

- Le facteur de correction K_1 prend en compte le mode de pose,
- Le facteur de correction K_2 prend en compte l'influence mutuelle des circuits placés côte à côte,
- Le facteur de correction K_3 prend en compte la température ambiante et la nature de l'isolant.

Les facteurs de correction K_1 , K_2 et K_3 sont représentés dans les *tableau (X1.X2.X3 annexe I)* respectivement de l'annexe. Le facteur de correction du neutre chargé K_n , Le facteur de correction dit de symétrie K_s .

- Le facteur de correction du neutre chargé K_n , selon la norme (NF C15-100 § 523.5.2): $K_n = 0,84$
- Le facteur de correction dit de symétrie K_s , selon la norme (NF C15-105 § B.5.2): $K_s = 1$ pour 2 et 4 câbles par phase avec le respect de la symétrie, $K_s = 0,8$ pour 2, 3 et 4 câbles par phase si non respect de la symétrie.

Le mode de pose dans notre étude c'est le mode *sur chemin de câbles ou tablettes* qui est sélectionné par la lettre *E* d'après le *tableau (X1 annexe1)*, la (*figure IV.2*) nous le montre :

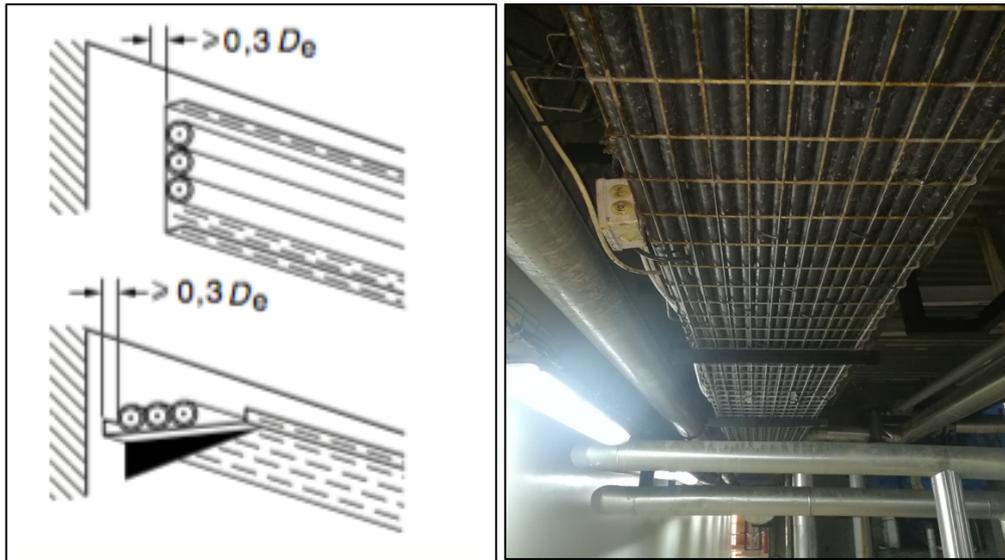


Figure IV.2. Mode de pose sur échelle, corbeau, chemin de câble perforé

IV.1.3.1 Calcul de la section selon le mode de pose des câbles et les conditions d'installations

- Exemple de calcul

On prend l'équipement du TGBT 2, colonne 3, ligne 12 qui est « Agitateur A 253N »

- Le mode de pose $K_1 = 1$
- L'influence mutuelle des circuits placés côte à côte $K_2 = 0.78$
- Température ambiante et la nature de l'isolant. $K_3 = 0.91$ puisque c'est du PR (polyéthylène réticulé)
- Le facteur de correction du neutre chargé $K_n = 0.84$
- Le facteur de correction de symétrie $K_S = 1$
- Son courant d'emploi est : $I_e = I_e = Pu * a * b * c * d * e$

$$a = \frac{1}{0,93 * 0,90} = 1,195$$

$$b = 0,75$$

$$c = 0,8$$

$$d = 1,2$$

$$e = 1,4$$

$$I_e = 3 * 1,195 * 0,75 * 0,8 * 1,2 * 1,4$$

$$I_e = 3,61 \text{ A}$$

$$I_f = \frac{I_e}{K} = \frac{I_e}{k_1 * k_2 * k_3 * k_n * k_s} = \frac{3,61}{1 * 0,78 * 0,91 * 0,84 * 1} = \frac{3,61}{0,6}$$

$I_f = 6,02$ A, donc le courant d'admission $I_{ad} = 23$ A d'après le **tableau (X4)** de l'annexe 1.

On peut alors voir que la section de câble de l'équipement est de Pompe sirop carbonate est de $S1 = 1,5 \text{ mm}^2$.

Tableau IV.1. Valeurs des sections calculées du TGBT 2 par rapport à l'échauffement.

N° du Circuit	Référence	K	I _e (A)	I _f (A)	I _{ad} (A)	S1 (mm ²)
12	A 253 N	0,6	3,16	5,27	23	1,5
13	A 254 N	0,6	3,16	5,27	23	1,5
14	A 255 N	0,6	5,42	9,03	23	1,5
15	A 256 N	0,6	4,18	6,97	23	1,5
16	P 257 N	0,6	4,18	6,97	23	1,5
17	P 258 N	0,6	14,10	23,50	31	2,5
24	A 320 1N	0,6	6,03	10,04	23	1,5
25	A 320 2N	0,6	6,03	10,04	23	1,5
26	A 320 3N	0,6	6,03	10,04	23	1,5
23	P 322 N	0,6	26,38	43,97	54	6
52	P 726 N	0,6	12,84	21,39	23	1,5
41	A 700 N	0,6	42,78	71,31	75	10
42	A 701 N	0,6	31,79	52,99	54	6
56	P 725 N	0,6	264,36	440,60	538	240

Tableau IV.2. Valeurs des sections calculées du TGBT 3 par rapport à l'échauffement.

N° du Circuit	Référence	K	I _e (A)	I _f (A)	I _{ad} (A)	S1 (mm ²)
4	A 612 N	0,6	138,91	231,52	246	70
5	A 613 N	0,6	138,91	231,52	246	70
6	A 614 N	0,6	138,91	231,52	246	70
2	A 622 N	0,6	138,91	231,52	246	70
3	A 632 N	0,6	138,91	231,52	246	70
16	M 624 N	0,6	27,47	45,78	54	6
14	M 617 N	0,6	27,47	45,78	54	6
19	M 641 N	0,6	29,68	49,47	54	6
20	M 642 N	0,6	15,68	26,13	31	2,5

Tableau IV.3. Valeurs des sections calculées du TGBT 4 par rapport à l'échauffement.

N° du Circuit	Référence	K	I_e (A)	I_f (A)	I_{ad} (A)	S1 (mm ²)
1	A 812 N	0,6	118,96	198,27	246	70
2	A 822 N	0,6	118,96	198,27	246	70
3	A 832 N	0,6	118,96	198,27	246	70
4	M 813 N	0,6	14,49	24,15	31	2,5
7	M 823 N	0,6	14,49	24,15	31	2,5
10	M 833 N	0,6	14,49	24,15	31	2,5
5	M 814 N	0,6	10,02	16,70	23	1,5
8	M 824 N	0,6	10,02	16,70	23	1,5
21	M 870 N	0,6	23,53	39,22	42	4
23	M 875 N	0,6	23,53	39,22	42	4
17	A 865 1N	0,6	2,21	3,68	23	1,5
18	A 865 2N	0,6	2,21	3,68	23	1,5
19	A 865 3N	0,6	2,21	3,68	23	1,5
12	M 841 N	0,6	11,23	18,72	23	1,5
13	M 842 N	0,6	7,45	12,42	23	1,5
14	M 843 N	0,6	7,45	12,42	23	1,5

Remarque : les sections de câble dépassant les 240 mm² sont indisponible par conséquent le courant fictive est diviser en deux voir quatre cela veut dire que l'équipement a sois deux ou quatre câbles par phase.

IV.1.3.2 calcul des sections des câbles du groupe électrogène selon le mode de pose et les conditions d'installations

- Le mode de pose $K_1 = 1$ puisque c'est des chemins de câbles perforés
- L'influence mutuelle des circuits placés côte à côte $K_2 = 0,82$
- Température ambiante et la nature de l'isolant. $K_3 = 0,91$ puisque c'est du PR (polyéthylène réticulé)
- Le facteur de correction du neutre chargé $K_n = 0,84$
- Le facteur de correction de symétrie $K_s = 1$

Le groupe électrogène actuelle délivre un courant de 1313 A sous une tension de 400 V donc :

$$I_e = 1313 \text{ A}$$

$$I_f = \frac{I_e}{K} = \frac{I_e}{k_1 * k_2 * k_3 * k_n * k_s} = \frac{1313}{1 * 0,82 * 0,91 * 0,84 * 1} = \frac{1313}{0,63} = 2084,13 \text{ A}$$

Pour des raisons de fort courant et de coût de section, les ingénieurs ont décidé de diviser ce courant sur quatre câble par phase donc le courant fictive va être égale à :

$$I_f = \frac{2084,13}{4} = 521,04 \text{ A}$$

$I_f = 521,04 \text{ A}$, donc le courant d'admission $I_{ad} = 538 \text{ A}$ d'après le **tableau (X4)** de l'annexe.

On peut alors voir que la section de câble du groupe électrogène est de $S1 = 4*240 \text{ mm}^2$ comme nous le confirme la (**figure IV.3**).



Figure IV.3. Image réel représentant le câble utilisé pour l'alimentation du GE

IV.1.4 Vérification des chutes de tension

La chute de tension, provoquée par le passage du courant dans les conducteurs, doit être compatible avec les tensions existantes au départ et celles souhaitées à l'arrivée. Cette condition détermine ce que nous appelons S_2 [14]. Elle est donnée ainsi :

Tableau IV.4. Chute de tension de différents conducteurs

Type de distribution	Chute de tension (V)	Chute de tension en pourcentage

Monophasé et biphasé	$\Delta U = 2 * I_e (R \cos \varphi + \lambda L \sin \varphi)$	$(\Delta U / U_n) * 100$ (entre phase)
	$\Delta U = 2 * I_e (R \cos \varphi + \lambda L \sin \varphi)$	$(\Delta U / V_n) * 100$ (phase neutre)
Triphasé équilibré	$\Delta U = \sqrt{3} * I_e (R \cos \varphi + \lambda L \sin \varphi)$	$(\Delta U / U_n) * 100$ (entre phase)
	$\Delta U = \sqrt{3} * I_e (R \cos \varphi + \lambda L \sin \varphi)$	$(\Delta U / V_n) * 100$ (phase neutre)

Avec :

- I_e : Courant d'emploi dans le circuit.
- R : Résistance d'un conducteur en (Ω) : $R = \frac{\rho * L}{S}$
 - Pour le cuivre : $\rho = 22,5 \Omega \cdot mm^2 / Km$.
 - Pour l'aluminium : $\rho = 36 \Omega \cdot mm^2 / Km$.
- U_n : Tension nominale entre phases.
- V_n : Tension nominale simple.
- λ : Réactance linéique des conducteurs, pour un câble tripolaire est $0,08 \Omega / Km$.
- L : longueur du câble.
- $\cos \varphi$: Facteur de puissance.

Remarque : la chute de tension de l'alimentation par un poste privé MT/BT est de 6% pour l'éclairage et 8% pour les autres cas.

IV.1.4.1 Vérification des chutes de tension des équipements prioritaires

➤ **Exemple de calcul d'une chute de tension :**

On prend l'équipement du TGBT 2, colonne 3, ligne 12 qui est « Agitateur A 253N »

- Sa tension est : $U = 400V$
- Son courant d'emploi est : $I_e = 3,61 A$
- Son facteur de puissance est : $\cos \varphi = 0,90$
- Sa section : $S1 = 1,5 mm^2$
- La longueur du câble est : $L = 120m$
- Sa résistance d'un conducteur est : $R = \frac{\rho * L}{S} = \frac{22,5 * 0,12}{1,5} = 1,8 \Omega$

Donc sa chute de tension est de :

$$\Delta U = \sqrt{3} * I_e (R * \cos \varphi + \lambda * L * \sin \varphi) \quad (\text{IV.8})$$

$$\Delta U = \sqrt{3} * 3,61 * ((1,8 * 0,90) + (0,08 * 0,06 * 0,44))$$

$$\triangleright \Delta U = 10,16 \text{ V} \Rightarrow \Delta U (\%) = \frac{10,16 * 100}{400} = 2,54 \% < 8 \%$$

\triangleright De cela on peut en déduire que la section est de : $S2 = 1,5 \text{ mm}^2$

Les résultats de vérification de chute de tension des équipements prioritaires sont dans l'annexe 2.

\triangleright **Remarque** : si on trouve une chute de tension supérieur a 8% pour les équipements prioritaires désignant un moteur on doit faire augmenter la section de cet équipement.

IV.1.4.2 Vérification de la chute de tension du groupe électrogène

- Sa tension est : $U = 400\text{V}$
- Son courant d'emploi est : $I_e = 1313 \text{ A}$
- Son facteur de puissance est : $\text{Cos } \varphi = 0,80$
- Sa section : $S1 = 4 * 240 \text{ mm}^2$
- La longueur du câble est : $L = 60\text{m}$
- Sa résistance d'un d'un câble est : $R = \frac{\rho * L}{S} = \frac{22,5 * 0,06}{240} = 5,625 * 10^{-3} \Omega$

Donc sa chute de tension est de :

$$\Delta U = \sqrt{3} * (I_e/4) (R * \cos \varphi + \lambda * L * \sin \varphi) = \sqrt{3} * (1313/4) ((5,625 * 10^{-3} * 0,8) + (0,08 * 0,06 * 0,6))$$

$$\Delta U = 4,196 \text{ V} \Rightarrow \Delta U (\%) = \frac{16,783 * 100}{400} = 1,05 \% < 8 \%$$

\triangleright De cela on peut en déduire que la section est de : $S2 = 4 * 240 \text{ mm}^2$.

Remarque : d'après les résultats obtenus les sections utilisées pour alimenter les équipements prioritaires de la raffinerie sucre 3500T/J ainsi que les sections qu'alimente le groupe électrogène sont celles calculées après les avoir vérifier par la méthode de chute tension.

IV.2 Vérification des contraintes thermiques

IV.2.1 Caractéristiques des courts-circuits

Les courts-circuits sont caractérisés par les éléments suivants :

- **Leurs durées** : permanent ou auto-extinction
- **Leurs origines** :
 1. **mécaniques** : séparation de conducteur, liaison électrique accidentelle entre deux conducteurs avec un autre corps conducteur.
 2. **surtensions électriques** : d'origine interne ou atmosphérique.
 3. **dégradation de l'isolement** : par plusieurs facteurs tel que l'humidité [15]
- **Leurs localisations** : a proximité des moteurs, tableau électrique ou autre.

IV.2.2 L'objectif du calcul de court circuit

- De garantir l'ouverture du dispositif de protection par les normes **NFC 15 100** et **CEI 60 364**.
- De tenir la contrainte thermique du courant de court-circuit.
- Déterminer le pouvoir de coupure du dispositif de protection (PDC).

IV.2.3 Différents types de court-circuit

- Court-circuit monophasé (phase terre) ;
- Court-circuit biphasé isolé (entre phases) ;
- Court-circuit biphasé terre (deux phases et terre) ;
- Court-circuit triphasé ;
- Court-circuit triphasé terre. [15]

IV.2.4 Calcul des courants de court-circuit

Pour calculer le courant de court-circuit des équipements on utilise les deux méthodes :

a. Méthode des impédances :

La méthode des impédances Permet de calculer les courants de défaut en tout point d'une installation avec une bonne exactitude. Elle consiste à additionner séparément les différentes résistances et réactances de la boucle de défaut, depuis et y compris la source

jusqu'au point scruté ; puis à calculer l'impédance correspondante. On peut alors en déduire les différents courts-circuits par la loi d'ohm [15]

$$U = \sqrt{3} * Z_t * I_{cc} \quad (\text{IV.9})$$

On déduit alors le courant du court-circuit par

$$I_{cc} = \frac{U}{\sqrt{3} * Z_t} \quad (\text{IV.10})$$

Avec :

- I_{cc} : le courant de court-circuit
- U : Tension de l'installation entre phase
- Z_t : L'impédance totale du court-circuit sa forme générale est de la forme suivante :

$$Z_t = \sqrt{(\sum_{i=1}^n R_i)^2 + (\sum_{i=1}^n X_i)^2} \quad (\text{IV.11})$$

b. Méthode conventionnelle

Cette méthode permet de donner la valeur du court circuit minimal d'une installation à son extrémité. Cette méthode est essentiellement utilisée pour les circuits terminaux dont l'origine est suffisamment éloignée de la source d'alimentation. Elle n'est pas applicable dans les installations alimentées par un alternateur. [15]

$$I_{cc} = A * \frac{0.8 * U}{\rho * \frac{L}{S}} \quad (\text{IV.12})$$

- U_0 : Tension entre phase en (V).
- L : longueur en (m) de la canalisation.
- S : section des conducteurs en (mm²).
- $\rho = 0,028 \Omega \cdot \text{mm}^2/\text{Km}$ pour le Cu en protection fusible.
- $0,044 \Omega \cdot \text{mm}^2/\text{Km}$ pour l'Al en protection fusible.

- 0,023 $\Omega \cdot \text{mm}^2/\text{Km}$ pour le Cu en protection disjoncteur.
- 0,037 $\Omega \cdot \text{mm}^2/\text{Km}$ pour l'Al en protection disjoncteur.
- $A=1$ pour les circuits avec neutre (section neutre=section de phase).
- 1,73 pour les circuits sans neutre.
- 0,67 pour les circuits avec neutre (section=0,5 section phase).

Dans notre projet nous allons utiliser la méthode des impédances, on calculera la plus forte intensité de court-circuit.

La disposition d'un réseau de distribution de moyenne ou basse tension peut être généralisée selon le schéma ci-après, dans lequel on retrouve toujours les éléments suivants :

- Le réseau amont ;
- Le ou les transformateurs ;
- Un ou des disjoncteurs ;
- Des câbles, des jeux de barres, des canalisations préfabriquées

La méthode consiste à décomposer le réseau en tronçons et à calculer, pour chacun de ses tronçons, R et X, puis les additionner arithmétiquement.

- **Réseau amont**

La puissance de court-circuit du réseau MT (S_{cc} = puissance de court-circuit) est donnée par le distributeur d'énergie.

Tableau IV.5. Impédance et réactance des différentes puissances de court-circuit

$P_{cc}(\text{MVA})$	$U_0(\text{V})$	$R_a(\text{m}\Omega)$	$X_a(\text{m}\Omega)$
250	230	0,03	0,21
	400	0,095	0,633
500	230	0,016	0,105
	400	0,047	0,316

La résistance R_a peut être considérée comme négligeable devant la réactance X_a qui peut être confondue avec Z_a . Si un calcul précis est nécessaire.

- **Transformateur**

L'impédance Z_{tr} d'un transformateur vue du secondaire est donné par la relation :

$$Z_{tr} = \frac{U_0^2}{S_n} * U_{cc}(\%) \quad (\text{IV.13})$$

Avec :

- U_0 : Tension entre phases au secondaire à vide,
- S_n : Puissance nominale du transformateur $S_n = 3150$ KVA
- U_{cc} : Tension de court-circuit en % $U_{cc} = 6\%$

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

$$P_{cu} = 3 * R_{tr} * I_n^2 \quad (\text{IV.14})$$

On peut extraire :

$$R_{tr} = \frac{P_{cu}}{3 * I_n^2} \quad (\text{IV.15})$$

Avec : $P_{cu} = 65,31$ KW

$$X_{tr} = \sqrt{Z_{tr}^2 - R_{tr}^2} \quad (\text{IV.16})$$

- X_{tr} : Réactance du transformateur,
- R_{tr} : Résistance du transformateur,
- Z_{tr} : Impédance ramenée au secondaire du transformateur.

- **Disjoncteur**

La résistance est négligeable, la réactance est prise égale à 0,6 mΩ.

• **Jeux de barres**

$$R_{JDB} = \rho * \frac{L}{S} \quad \text{(IV.17)}$$

$$X_{Jdb} = \lambda.L \quad \text{(IV.18)}$$

IV.2.5 Calcul du courant de court-circuit de toute l'installation de la raffinerie

Tableau IV.6. Calcul de court-circuit pour les différentes parties de l'installation

Partie de l'installation		Caractéristiques	R (mΩ)	X (mΩ)	Z (mΩ)	Zt (mΩ)	I _{cc} (kA)
Réseau Amont		$S_{cc} = 500MVA$	0,047	0,316	0,32	0,32	
Transfo		S = 3150 KVA 30/0,4 KV $U_{cc} = 6\%$	1,053	2,86	3,05	3,37	68,53
Gaine		L = 0,015 S = 12*240 mm ²	1,410	4,80	5,00	8,37	27,59
Disjoncteur principale		Disjoncteur principale	0	0,60	0,60	8,97	
JDB Principale		L = 4 m S = 20 cm ²	0,375	0,320	0,70	9,67	23,88
Disjoncteur de circuit		Disjoncteur de circuit	0	0,60	0,60	10,27	
Départ		Sa distance sa section				10,27+ Z équipement	

➤ **Exemple de calcul du courant court-circuit**

On prend l'équipement numéro 12 du TGBT 2

- Sa tension est : $U = 400V$
- Sa résistance d'un conducteur est : $R = \frac{\rho * L}{S} = \frac{22,5 * 0,12}{1,5} = 1,8 \Omega$

- Sa réactance est de : $X = \lambda * L = 0,08 * 0,12 = 0,010 \Omega$
- Son impédance Z est de : $Z = \sqrt{(0,005)^2 + (0,054)^2} = 1,800 \Omega$
- Son impédance totale $Z_t = \sum Z = 1,8 + (10,27 * 10^{-3}) = 1,812 \Omega$

Donc son courant de court-circuit est de : $I_{cc} = \frac{U_0}{\sqrt{3} * Z_t} = \frac{400}{\sqrt{3} * 1,812} = 127,449 \text{ A}$

Donc pour vérifier les contraintes thermiques s'applique comme suit :

$$I_{cc}^2 * t_c \leq K^2 * S^2 \quad (\text{IV.19})$$

Avec :

t_c : temps de coupure qui est de 0,4 dans le schéma IT a neutre n'est pas distribuer pour une tension de 400 V

K : valeur de coefficient conformément a la norme NFC 15-100

S : Section de câbles

Tableau IV.7. Valeur du coefficient K conformément a la norme NFC 15-100

Ame \ Isolant	PVC	PR
Cuivre	115	135
Aluminium	74	87

Les résultats de vérification des contraintes thermiques des équipements prioritaires sont dans l'annexe 2

$$S \geq \sqrt{\frac{I_{cc}^2 * t_c}{K^2}} \quad (\text{IV.20})$$

$$S \geq \sqrt{\frac{127,449^2 * 0,4}{135^2}}$$

$$S \geq 0,6$$

$$1,5 \text{ mm}^2 \geq 0,6 \text{ mm}^2$$

➤ De cela on peut en déduire que la section est de : $S_3 = 1,5 \text{ mm}^2$.

Remarque : Si la condition n'est pas respectée en augmente la section

IV.2.6 Calcul du court-circuit du groupe électrogène de secours

- Sa tension est : $U = 400 \text{ V}$
- Sa résistance d'un câble est : $R = \frac{\rho * L}{S} = \frac{22,5 * 0,06}{4 * 240} = 5,625 * 10^{-3} \Omega$
- Sa réactance est de : $X = \lambda * L = 0,08 * 0,06 = 0,005 \Omega$
- Son impédance Z_t est de : $Z_t = \sqrt{(0,005)^2 + (5,625 * 10^{-3})^2} = 7,526 \text{ m}\Omega$

Donc son courant de court-circuit dans un seule câble est de : $I_{cc} = \frac{U}{\sqrt{3} \cdot Z_t} = \frac{400}{\sqrt{3} \cdot 5,526 \cdot 10^{-3}} = 30,686 \text{ KA}$

- **Vérifier les contraintes thermiques du groupe électrogène :**

$$S \geq \sqrt{\frac{30686^2 \cdot 0,4}{135^2}}$$

$$S \geq 143,76$$

$$240 \text{ mm}^2 \geq 143,76 \text{ mm}^2$$

➤ De cela on peut en déduire que la section est de : $S_3 = 4 \cdot 240 \text{ mm}^2$.

IV.3 Dimensionnement des jeux de barres

Dimensionner les jeux de barres consiste à faire le bon choix des sections pour qu'elle continue à fonctionner dans les conditions normales sans que cela affecte sa durée de vie. Ce choix est en fonction des contraintes thermiques et électrodynamique du régime d'avarie soit du courant qui y circule. Les jeux de barres de basse tension sont destinés à assurer le transport électrique entre les sources et les éléments d'une installation, comme ils assurent aussi la répartition (TGBT). [16]

- **Le courant nominal**

C'est le courant qui parcourt les conducteurs des jeux de barres, il est donné par l'expression suivante :

$$I_n = \frac{S_n}{\sqrt{3} \cdot U_n} \quad (\text{IV.21})$$

Avec :

- S_n : Puissance apparente nominale
- U_n : tension nominale composée.

$$I_n = \frac{3150}{\sqrt{3} \cdot 400} = 4546,63 \text{ A}$$

- **Le courant admissible**

Le courant admissible est estimé à 1,2 fois le courant nominal qui traverse les jeux de barres.

$$I_{ad} = 1,2 * I_n \quad (\text{IV.22})$$

$$I_{ad} = 5455,96 \text{ A}$$

En connaissant le courant admissible qui y circule, on peut tirer la section des barres directement à partir du **tableau (X5 annexe 1)**.

Remarque : A défaut de fort courants les ingénieurs ont décidé de réaliser deux jeux de barres par phase, cela veut dire qu'on divise le courant admissible en deux. On aura $I_{ad} = (2727,98*2)$

Tableau IV.8. Calcul des sections des jeux de barres

Jeux de barres	I_n	I_{ad}	I_{ad} normalisé (A)	Epaisseur (mm)	Hauteur (mm)	S (mm ²)
JDB (TGBT 2)	2273,32	2727,98	2768	12,5	160	2000
JDB (TGBT 3)	2273,32	2727,98	2768	12,5	160	2000
JDB (TGBT 4)	2273,32	2727,98	2768	12,5	160	2000

IV.3.1 Vérification de la section des jeux de barres

La section doit être vérifiée par rapport à plusieurs contraintes telles que :

- Les contraintes thermiques ;
- Les contraintes électrodynamiques ;
- La fréquence propre de résonance.

Notre étude va se baser sur les contraintes thermiques qui comporte :

- Passage de courant assigné ;
- Passage de courant de court-circuit.

IV.3.1.1 Passage de courant assigné

Pour définir l'intensité maximale admissible par le jeu de barre on utilise la formule de MELSON et BOTH.

$$I = K * \frac{24,9 * (\theta - \theta_n)^{0,61} * S^{0,5} * P^{0,39}}{\sqrt{P_{20} * (1 + \alpha * (\theta - 20))}} \quad (\text{IV.23})$$

Avec

$$K = \prod_1^6 K_i \quad (\text{IV.24})$$

- I : Intensité admissible (A).
- θ : Température du conducteur ($^{\circ}\text{C}$).
- θ_n : Température ambiante ($\theta_n \leq 40^{\circ}\text{C}$).
- S : Section d'une barre (cm^2).
- P : Périmètre d'une barre (cm).
- P_{20} : Résistivité du conducteur à 20°C (cuivre : $1,83 \mu\Omega \text{ cm}$, aluminium : $2,90 \mu\Omega \text{ cm}$).
- α : Coefficient de température de la résistivité qui vaut 0.004.
- K : Coefficient de conditions.
- K_1 : en fonction du nombre de barres méplates par phase (pour 1 barre $k_1 = 1$, pour 2 ou 3 barres voir le tableau X6 de l'annexe 1).
- K_2 : en fonction de l'état de surface des barres (1 pour une barre nues, et 1,15 pour une barre peintes).
- K_3 : 1 pour barre sur chant, 0,95 pour barre à plat, 0,75 pour plusieurs barre à plat.
- K_4 : en fonction de l'endroit où sont installées les barres égale à 1 pour atmosphère calme à l'intérieur, 1,2 atmosphère calme à l'extérieur, 0,8 pour des barres dans une gaine non ventilée.
- K_5 : 1 sans ventilation artificielle.
- K_6 : pour un courant alternatif de fréquence $\leq 60 \text{ Hz}$, k_6 est fonction du nombre de barres n par phase et de leur écartement, et pour un écartement égale à l'épaisseur des barres on donne le tableau suivant :

Tableau IV.9. Valeur de K_6

n	1	2	3
K_6	1	1	0,98

$K_1 = 1,76$; $K_2 = 1$; $K_3 = 1$; $K_4 = 1,2$; $K_5 = 1$; $K_6 = 1$; $S = 20 \text{ cm}^2$; $P = 34,5 \text{ cm}$

$$I = 2,112 * \frac{24,9 * (90 - 40)^{0,61} * 20^{0,5} * 34,5^{0,39}}{\sqrt{1,83 * (1 + 0,004 * (90 - 20))}} = 6648,12 \text{ A} > I_{ad}$$

NB : Ce courant est le même pour chaque jeu de barre

IV.3.1.2 Passage de courant de court-circuit de courte durée

Pendant une durée de court-circuit ($t = 1 \text{ s}$ à 3 s), on admet que :

- Toute la chaleur dégagée sert à élever la température des conducteurs.
- Les effets du rayonnement sont négligeables. On utilise la formule ci-dessous pour calculer l'échauffement dû au court-circuit :

$$\Delta\theta_{cc} = 0,24 * \frac{\rho_{20} * I_{cc}^2 * t_k}{(n * S)^2 * C * \delta} \quad (\text{IV.25})$$

$$I_{cc} = \frac{U_n}{\sqrt{3} * Z_{cc}} \quad (\text{IV.26})$$

➤ Avec :

- $\Delta\theta_{cc}$: échauffement dû au courant de court-circuit ($^{\circ}\text{C}$) ;
- I_{th} : Courant de court-circuit de courte durée (A) ;
- t_k : Durée de court-circuit (1 à 3 s) ;
- n : Nombre de barres par phase ;
- C : Chaleur spécifique du métal (cuivre : $0,091 \text{ kcal/daN}^{\circ}\text{C}$, aluminium : $0,23 \text{ kcal/daN}^{\circ}\text{C}$) ;
- δ : Masse volumique du métal (cuivre : $8,9 \text{ g/cm}^3$, aluminium : $2,7 \text{ g/cm}^3$) ;

- I_{cc} : Courant de court-circuit (A) ;
- Z_{cc} : Impédance de court-circuit (Ω).

$$\Delta\theta_{cc} = 0,24 * \frac{1,83*10^{-6} * 23880^2*3}{(2*20)^2 * 0,091 * 8,9} = 0,58 \text{ } ^\circ\text{C}$$

La température θ_t du conducteur après le court-circuit est calculée avec la formule suivante :

$$\theta_t = \theta_n + \theta - \theta_n + \Delta\theta_{cc} \quad (\text{IV.27})$$

θ : Température (en $^\circ\text{C}$) choisie en fonction de la nature de l'organe, du matériau et du diélectrique.

$$\theta_t = 30 + 90 - 30 + 0,58 = 90,58^\circ\text{C}$$

$$\theta_t = 90,58^\circ\text{C}$$

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

donc $\theta_t = 90,58^\circ\text{C} < \theta_{max} = 200^\circ\text{C}$ cela implique que la section des jeux de barres choisie est convenable.

IV.4 Choix du dispositif de Protection

IV.4.1 Définition d'une protection

La protection électrique consiste à assurer principalement la sécurité des personnes et des équipements, et amélioré aussi la continuité de service, dans le cas de fonctionnement normale, en surcharge ou d'autre cas de défaut, les différents incidents peuvent être causés par

- Surcharges ;
- Fausse manœuvre ;
- Détérioration des isolants.

Donc pour cela, le dispositif de protection doit répondre aux exigences suivantes :

- Eliminer seule la partie affectée d'un défaut ;
- Être rapide et préserver la stabilité du réseau et la continuité de fonctionnement ;
- Avoir un comportement d'autonomie ;
- Être fiable ;
- Préserver la sécurité des personnes et des biens.

Les principales perturbations d'une installation sont :

- Surintensités : surcharges ou court-circuit ;
- Surtensions ou les baisse de tension ;

➤ **Protection contre les surcharges et court-circuit**

Conformément à la norme NFC 15-100, un appareil (disjoncteur ou fusible) assurera correctement la protection d'un câble contre les surintensités s'il est choisi de telle sorte que :

$$I_e \leq I_r \leq I_z \quad (\text{IV.28})$$

$$I_f \leq 1,45 I_z \quad (\text{IV.29})$$

$$I_{cc} \leq pdc \quad (\text{IV.30})$$

- I_e : intensité d'emploi
- I_r : intensité de réglage : C'est le courant maximal que peut supporter le disjoncteur, sans déclenchement. Il peut être réglable de $0,7 I_n$ à I_n pour les déclencheurs thermiques, de $0,4 I_n$ à I_n pour les déclencheurs électroniques.
- I_z : intensité admissible dans le câble
- I_f : intensité de fonctionnement de l'appareil de protection
- I_{cc} : intensité de court-circuit triphasée au point d'installation de l'appareil de protection
- PDC: Pouvoir de coupure de l'appareil de protection : C'est la plus grande intensité de courant de court-circuit (préssumé) qu'un disjoncteur peut interrompre sous une tension donnée

IV.4.2 Protection par disjoncteur

Un disjoncteur est un interrupteur à ouverture automatique assurant la protection d'une installation contre les surcharges, les courts circuits, les défauts d'isolement, par ouverture

rapide du circuit en défaut. Il remplit aussi la fonction de sectionnement (isolement d'un circuit). Les disjoncteurs sont essentiellement destinés à la protection des circuits, des transformateurs, des sources d'énergie, des couplages entre différents circuits, etc. Le choix de calibre du disjoncteur s'effectue à partir des deux conditions suivantes [17] :

Avec :

$$I_n \geq I_e \quad (\text{IV.31})$$

$$PdC \geq I_{cc} \quad (\text{IV.32})$$

- I_n : Le courant nominal du disjoncteur (A),
- I_e : Le courant d'emploi (A).
- PdC : Pouvoir de coupure du disjoncteur (kA)
- I_{cc} : Courant de court circuit (kA).

IV.4.3 Protection par fusible

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. En général, le fusible est associé à un porte fusible qui permet d'avoir la fonction sectionneur. Les cartouches fusibles sont, en raison de leur simplicité et de leur faible coût d'investissement, les plus répandus de tous les appareils de protection. [17]

$$I_e \leq I_r \leq C \cdot I_z \quad (\text{IV.33})$$

Le pouvoir de coupure d'un fusible doit être supérieur ou égale au courant de court circuit, pour ce la :

$$PdC \geq I_{cc} \quad (\text{IV.34})$$

Avec :

- $C=0,76 \Rightarrow \text{Pour } I_r \leq 10A$
- $C=0,83 \Rightarrow \text{Pour } 12 \leq I_r \leq 25 A$

- $C=0,91 \Rightarrow \text{Pour } I_r \geq 32A$

Les normes définissent en fonction de l'usage deux types de coupe circuit :

Coupe circuit à fusible **gf** à usage domestique, norme **NFC 61-200** et **61-201**, tel que :

$$I_{\text{Coupures}} \geq I_{cc} \quad (\text{IV.35})$$

➤ Coupe circuit à fusible **gL** et **gLL** et **aM** à usage industriel.

IV.4.4 Protection par système de liaison à la terre

Les régimes du neutre d'une installation basse tension appelé aussi schémas de liaisons à la terre (SLT). Ils mettent en valeurs le mode raccordement à la terre sois du secondaire du transformateur MT/BT sois de la source de tension, et les moyens de mise à la terre des masses de l'installation.

IV.4.4.1 Différents régimes du neutre en BT

Conformément aux normes CEI 60364 et NFC 15-100 des régimes du neutre l'identification des types de schémas est définie au moyen de deux lettres [18] :

- La première lettre, désigne la situation du neutre du transformateur par rapport à la terre.
- La deuxième lettre, désigne la situation des masses par rapport à la terre.

On distingue trois configuration possible :

TT : le neutre du transformateur est relié à la terre, et les masses des équipements des utilisateurs disposent de leur propre raccordement à la terre.

TN : le neutre est relié à la terre et les masses utilisateurs sont connectées au conducteur de protection principal (PE) lui-même relié a la prise de terre. Le schéma TN, selon les normes **CEI 60364** et **NF C 15-100**, comporte plusieurs sous schémas :

- N-C : si les conducteurs du neutre N et du PE sont confondus (PEN).
- TN-S : si les conducteurs du neutre N et du PE sont séparés.

IT : Le neutre du transformateur est relié à la terre à travers une impédance de forte valeur et les masses de l'installation sont reliées à la terre par l'intermédiaire d'un PE.

IV.4.4.2 Choix du schéma de liaison à la terre (SLT)

C'est le croisement des impératifs réglementaires, de continuité de service, de condition d'exploitation et de nature du réseau et des récepteurs qui déterminent le ou les types de schémas les plus judicieux. **NF C 15-100, Décembre 2002**, « Installations électriques à basse tension « norme française ».

Il n'y a pas de mauvais schémas de liaison à la terre (SLT), tous assurent la sécurité des personnes. Ils ont chacun des avantages et des inconvénients et c'est l'expression du besoin qui doit guider le choix, hors prescription ou interdiction normative ou législative. En plus le meilleur choix, avec un seul SLT n'existe pas, il convient donc, dans beaucoup de cas de mettre en œuvre plusieurs SLT dans une même installation. [19]

IV.4.4.3 Régime du neutre utilisé dans l'entreprise

Pour la continuité de service impérative et service entretien compétent l'unité raffinerie de sucre impose le régime IT en aval du TGBT. Et pour notre groupe électrogène on utilise le régime TN-S puisque dans ce schéma, la coupure automatique de l'alimentation électrique est assurée par l'ouverture du disjoncteur de protection contre les surintensités protégeant le circuit en défaut.

IV.4.5 Sélectivité [14]

La sélectivité des protections est un élément essentiel qui doit être pris en compte dès la conception d'une installation basse tension, afin de garantir aux utilisateurs la meilleure disponibilité de l'énergie. La sélectivité est importante dans toutes les installations pour le confort des utilisateurs, mais elle est fondamentale dans les installations qui alimentent des processus industriels de fabrication. Une installation non sélective est exposée à des risques de diverses gravités :

- Impératifs de production non respectés
- Rupture de fabrication avec :
 - Perte de production ou de produits finis ;
 - Risque d'endommager l'outil de production dans les processus continus.

- Arrêt de moteur de sécurité telle qu'une pompe de lubrification, extracteur de désenfumage...etc.

IV.4.5.1 Définition

La sélectivité indique la planification des dispositifs de coupure automatique de telle sorte qu'un défaut, survenant en un point quelconque du réseau, soit éliminé par le disjoncteur placé immédiatement en amont du défaut et par lui seul. La sélectivité peut être totale ou partielle :

- **Sélectivité totale**

La distribution est dite totalement sélective si, et seulement si, quel que soit la valeur du courant de défaut, seul le dispositif situé en aval, parmi ceux sollicités par le défaut, s'ouvre et reste ouvert.

- **Sélectivité partielle**

Si la condition ci-dessus n'est plus respectée au-delà d'un certain courant de défaut la sélectivité est dite partielle.

IV.4.5.2 Les technique de sélectivité lors des cours circuit

- **Ampérométrie**

Elle résulte de l'écart entre les seuils des déclencheurs instantanés ou court-retard des disjoncteurs successifs. Surtout utilisée en distribution terminale, elle fait appel à des disjoncteurs rapides, dépourvus de dispositif de retard intentionnel au déclenchement.

Elle s'applique dans le cas de défauts de court-circuit et conduit généralement à une sélectivité partielle. **(Figure IV.4) [6]**

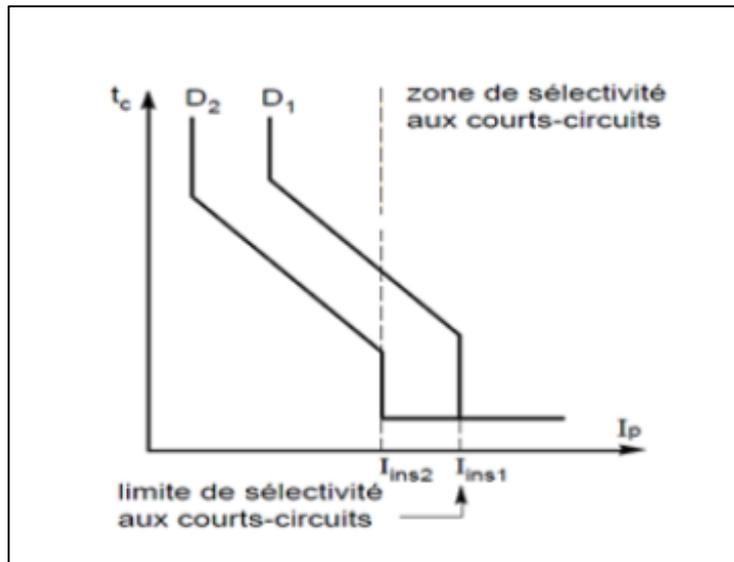


Figure IV.4. Sélectivité ampérométrique

- **Chronométrique**

Pour garantir une sélectivité totale les courbes de déclenchement des deux disjoncteurs ne doivent se superposer en aucun point quelle que soit la valeur du courant de court-circuit présumé. Pour les courants de défaut importants, la sélectivité totale est garantie si les deux parties horizontales des courbes, à droite de I_{ins1} , sont distinctes dans la (figure IV.5)

Plusieurs solutions sont utilisées pour atteindre cet objectif :

- - la plus classique consiste à choisir des disjoncteurs sélectifs équipés d'un dispositif de retard intentionnel.
- - la deuxième s'applique seulement au dernier étage de la distribution et consiste en l'utilisation d'un disjoncteur limiteur. [6]

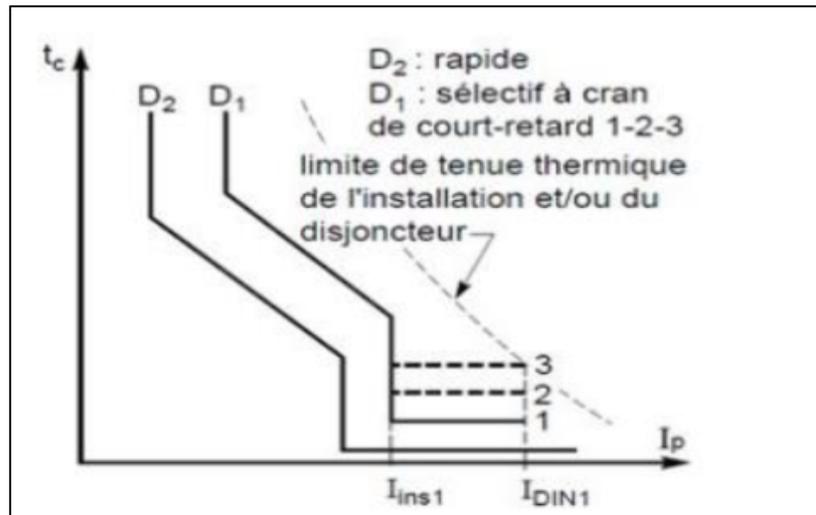


Figure IV.5. Sélectivité chronométrique

- **Logique**

Elle nécessite un transfert d'informations entre les déclencheurs des disjoncteurs des différents étages de la distribution radiale. Son principe est simple :

- Tous les déclencheurs qui voient un courant supérieur à leur seuil de fonctionnement envoient un ordre d'attente logique à celui qui est juste en amont.
- Le déclencheur du disjoncteur situé immédiatement en amont du court-circuit ne reçoit pas d'ordre d'attente et agit immédiatement.

La sélectivité logique s'applique aux disjoncteurs BT sélectifs de forte intensité, elle est surtout utilisée sur les réseaux HT industriels. [6]

Conclusion

Dans ce chapitre nous avons vu les techniques de dimensionnement et choix des éléments de l'installation, en commençant par déterminer les sections des câbles à utiliser pour les équipements prioritaires ainsi que pour le groupe électrogène de secours selon le mode pose et les conditions d'utilisation.

On a trouvé que pour le **GE**, il faut utiliser quatre câbles par phase de **240 mm²** de section. Les sections trouvées ne doivent pas dépasser **240 mm²** à cause des conditions demandées dans l'entreprise.

La vérification la chute de tension des équipements prioritaires et du GE montre que celles-ci ne dépassent pas 8%, donc le choix des sections trouvées selon le mode de pose et le courant d'emploi est justifié.

La vérification des contraintes thermiques pour les équipements prioritaires et pour le GE, montre que le choix des sections trouvées selon la vérification des chutes de tension sont justifié. Le courant de court-circuit du GE est de l'ordre de **30,686 KA** par conséquent il faut choisir un disjoncteur qui a un **PDC** supérieur a ce courant de court-circuit.

On a dimensionné le jeu de barre principal où sont connectés ces équipements prioritaires, on a trouvé une section de **2000 mm²**.

Introduction

Dans ce dernier chapitre nous allons proposer une solution au problème du manque d'énergie (chapitre 3) du fait que le groupe électrogène actuel ne fournit pas une puissance suffisante pour faire fonctionner les équipements prioritaires de la raffinerie de sucre 3500T/J.

Nous allons aussi vérifier le dimensionnement de la nouvelle installation proposée, et faire un couplage de deux groupes électrogènes.

V.1 Solution 1 : Installation d'un nouveau groupe électrogène

Vue que le groupe électrogène actuelle ne suffit pas a alimenté l'ensemble des équipements prioritaires de la raffinerie sucre 3500T/J, on propose de l'équiper d'un nouveau groupe plus performant qui pourra satisfaire la demande en énergie avec :

$$S_{\text{nouveau groupe}} \geq 1214,71 \text{ KVA}$$

V.1.1 Fiche technique du nouveau groupe

Après discussions avec les ingénieurs et consultations de catalogues spécialisés dans la vente des groupes électrogène, nous avons opté pour un groupe de **1500 KVA** sous une tension de **400 V** avec une fréquence de **50 Hz** de marque **ATLAS COPCO** modèle **QI 1520 HD ME** (figure V.1). Pour la fiche technique du groupe se trouve dans l'**annexe 2**



Figure V.1. Nouveau GE ATLAS COPCO prévus

V.1.2 Dimensionnement des canalisations du nouveau GE

Comme dans le précédent chapitre on calcule les sections des câble et vérification de cette dernière par chute de tension.

V.1.2.1 Calcul de la section des canalisations selon le mode de pose et les conditions d'installation.

- Le mode de pose $K_1 = 1$ puisque c'est des câbles perforés
- L'influence mutuelle des circuits placés côte à côte $K_2 = 0,82$
- Température ambiante et la nature de l'isolant. $K_3 = 0,91$ on prend du PR (polyéthylène réticulé)
- Le facteur de correction du neutre chargé $K_n = 0,84$
- Le facteur de correction de symétrie $K_s = 1$

Le groupe électrogène actuelle délivre un courant de 2500 A sous une tension de 400 V donc

$$I_e = 2500 \text{ A}$$

$$I_f = \frac{I_e}{K} = \frac{I_e}{k_1 * k_2 * k_3 * k_n * k_s} = \frac{2500}{1 * 0,82 * 0,91 * 0,84 * 1} = \frac{2500}{0,63} = 3968,25 \text{ A}$$

Pour des raisons de fort courant et de coût de section, on a décidé de diviser ce courant sur quatre câble par phase donc le courant fictive va être égale a :

$$I_f = \frac{3968,25}{4} = 992,06 \text{ A}$$

$I_f = 992,06 \text{ A}$, donc le courant d'admission $I_{ad} = 1005 \text{ A}$ d'après le tableau (X4) de l'annexe

On peut alors voir que la section de câble du groupe électrogène est de :

$$S_1 = 630 \text{ mm}^2$$

V.1.2.2 Vérification de la chute de tension du nouveau GE

- Sa tension est : $U = 400\text{V}$
- Son courant d'emploi est : $I_e = 2500 \text{ A}$

- Son facteur de puissance est : $\text{Cos } \varphi = 0,80$
- Sa section : $S1 = 630 \text{ mm}^2$
- La longueur du câble est : $L = 60\text{m}$
- Sa résistance d'un conducteur est : $R = \frac{\rho * L}{s} = \frac{22,5 * 0,06}{630} = 2,143 * 10^{-3} \Omega$

Donc sa chute de tension est de :

$$\Delta U = \sqrt{3} * I_e (R * \cos \varphi + \lambda * L * \sin \varphi) = \sqrt{3} * (2500/4) * ((2,143 * 10^{-3} * 0,8) + (0,08 * 0,06 * 0,6))$$

$$\text{➤ } \Delta U = 4,973 \text{ V} \Rightarrow \Delta U (\%) = \frac{16,783 * 100}{400} = 1,24 \% < 8 \%$$

➤ De cela on peut en déduire que la section est de : $S2 = 630 \text{ mm}^2$

V.1.3 Vérification de la contrainte thermique de la canalisation

- Sa tension est : $U = 400\text{V}$
- Sa résistance d'un conducteur est : $R = \frac{\rho * L}{s} = \frac{22,5 * 0,06}{630} = 2,143 * 10^{-3} \Omega$
- Sa réactance est de : $X = \lambda * L = 0,08 * 0,06 = 0,005 \Omega$
- Son impédance Z_t est de : $Z_t = \sqrt{(0,005)^2 + (2,143 * 10^{-3})^2} = 5,44 \text{ m}\Omega$

Donc son courant de court-circuit est de : $I_{cc} = \frac{U_0}{\sqrt{3} * Z_t} = \frac{400}{\sqrt{3} * 5,44 * 10^{-3}} = 42,77 \text{ KA}$

- **Vérifier les contraintes thermiques du nouveau groupe électrogène :**

$$S \geq \sqrt{\frac{42770^2 * 0,4}{135^2}}$$

$$S \geq 200,37$$

$$630 \text{ mm}^2 \geq 200,37 \text{ mm}^2$$

➤ De cela on peut en déduire que la section est de : $S3 = 630 \text{ mm}^2$.

V.2 Solution 2 : Couplage du GE de la raffinerie sucre roux avec l'actuelle GE de la raffinerie sucre 3500 T/J

Sachant qu'il existe un groupe électrogène de secours dans la raffinerie de sucre roux a coté de la raffinerie sucre 3500 T/J, ce dernier est surdimensionné par rapport a ses équipements prioritaires, donc on a décider d'utiliser le surplus d'énergie et l'injectée au GE manquant.

V.2.1 Condition de couplage de deux groupe électrogène

Pour coupler deux groupe électrogènes il faut respecter les conditions suivantes :

- Egalité de tension
- Même fréquence
- Concordance des phases

V.2.2 Fonctionnement parallèle de deux groupe électrogène

Pour la fonction en parallèle de deux groupes électrogènes ou plus, de puissance voisine, on a trois schéma de base : [20]

a. Un groupe électrogène fonctionnant en mode isochrone.

Tous les groupes électrogènes ont un réglage de débit de puissance active et réactive, et uniquement un seul groupe assurera la fourniture de puissance active et réactive nécessaire au maintien de la fréquence et la tension de l'installation électrique à leurs valeurs de consigne, on dit que ce dernier est en mode isochrone (isolé) toute les modifications de tension et de puissance seront transmises via ce groupe.

b. Répartition équitable de puissance

L'ensemble des groupes électrogènes sont en mode mobile cela veut dire que la répartition des puissances actives et réactives est équitable ou sont proportionnelles à leurs puissances nominales dans le cas ou les groupes sont de puissances différentes. Les variations de charge impliquent une fluctuation de de tension et de vitesse. On n'utilise pas ce schéma lorsque on désire les faire fonctionner en parallèle avec une autre source.

c. Connexion via répartiteurs

Ce schéma est automatique cela veut dire que l'ensemble des groupes électrogène sont connectés à des répartiteurs de telle sorte a partagé la puissance active et réactive à l'utilisation demandée. A fin de régler la puissance active des répartiteurs, on utilise un régulateur de vitesse en lui donnant une consigne, ce dernier assure aussi la régulation de fréquence. Les régulateurs d'excitation reçoivent la consigne de régler la puissance réactive du répartiteur de puissance réactive, ce dernier assure aussi la régulation de tension.

L'avantage de ce schéma est de permettre une grande variation de charge sans changement de tension ni de fréquence (**figure V.2**).

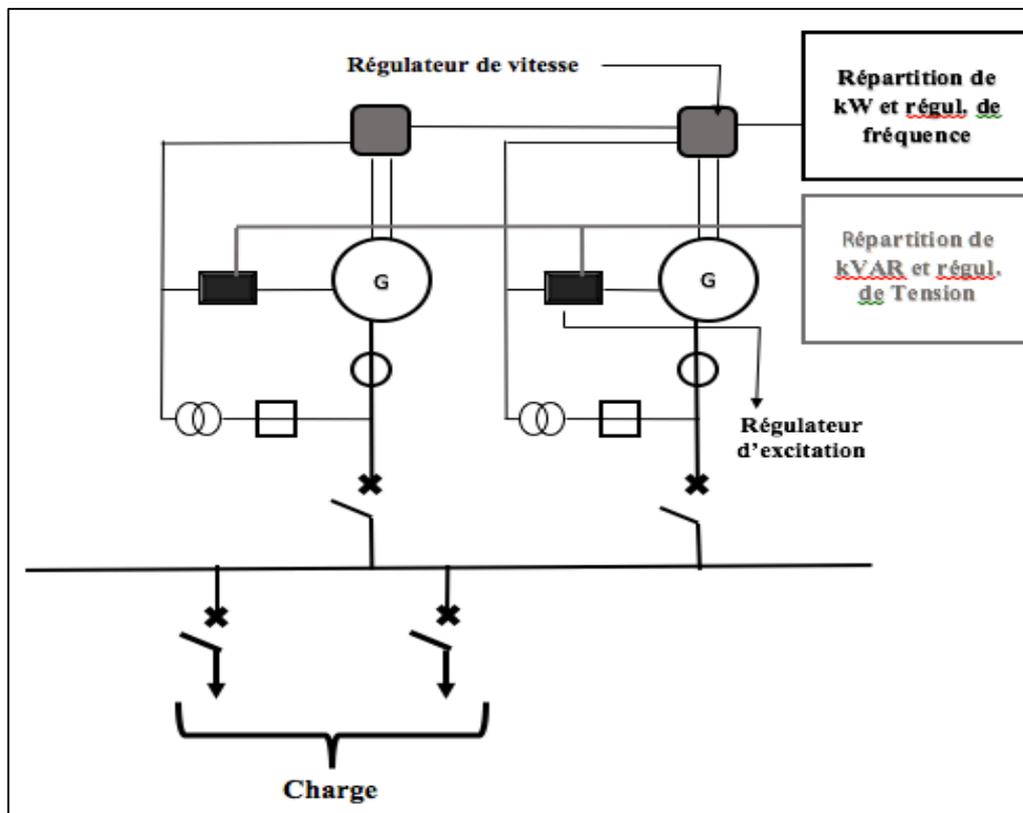


Figure V.2. Connexion de deux GE via répartiteur

V.2.3 Manœuvres à effectuer pour le couplage des deux groupes

- Démarrer le moteur actionnant l'alternateur du GE de la raffinerie sucre 3500T/J
- Démarrer le second moteur actionnant l'alternateur du GE de la raffinerie sucre roux
- Amener ce dernier à sa fréquence à moyen d'un synchroscope (**figure V.3**), puis agir sur son régulateur de vitesse jusqu'à ce que la concordance soit suffisamment longue.
- Régler la tension du GE du sucre roux pour qu'il soit identique à celui de la raffinerie sucre 3500T/J cette étape doit fonctionner simultanément avec la précédente.
- On ferme le contacteur principal de couplage entre les deux groupes à l'aide de synchroscope
- Agir sur le régulateur de vitesse du moteur du GE de la raffinerie sucre 3500T/J à fin d'obtenir la puissance active nécessaire pour alimenter les équipements prioritaires
- On règle l'excitation des alternateurs des deux GE de telle sorte que la puissance réactive soit répartie selon la demande.

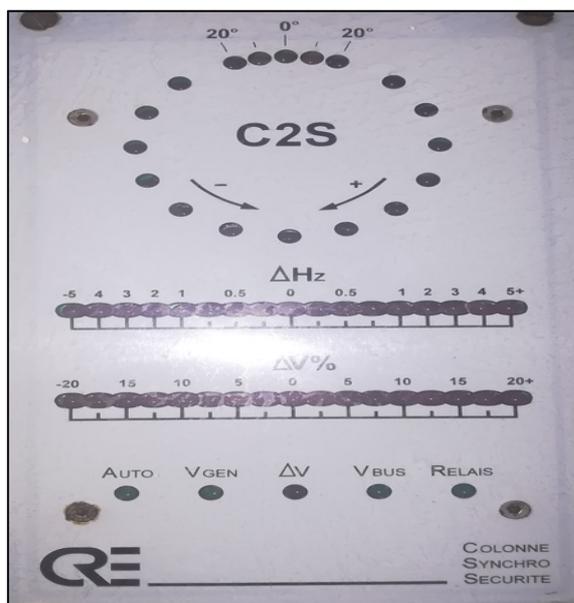


Figure V.3. Synchroscope des deux GE

Tableau V.1. Puissances d'utilisation des équipements prioritaires de la raffinerie sucre roux

Référence	Ku	Puc	Quc	Suc	Totale
A 001 N	0,75	67,5	51,18	65,34	Puc=192,75 KW
A 003 N	0,75	67,5	51,18	65,34	
M 012 N	0,75	8,25	7,00	10,8	
M 013 N	0,75	8,25	7,00	10,8	
M 015 N	0,75	3,00	2,89	4,17	Quc=147,36 KVAR
A 043 M1	0,75	2,25	2,32	2,42	
A 043 M2	0,75	2,25	2,32	2,42	Suc=242,62 KVA
A 025 N	0,75	11,25	7,93	15,00	
A 036 N	0,75	11,25	7,93	15,00	
A 039 N	0,75	11,25	7,93	15,00	

V.2.4 Présentation du Groupes électrogène de la raffinerie sucre roux

Sachant que la production subit des pannes d'électricité, l'entreprise s'est équipé d'un groupe électrogène de marque SDMO, fournit une tension composée de 400V et une puissance apparente de 500 kVA.



Figure V.4. GE de la raffinerie sucre roux

Description des éléments constituant le groupe

Il est principalement constitué de :

- Un moteur thermique.
- Un alternateur triphasé.
- Un module de contrôle et de commande électronique, destiné à la conduite de son fonctionnement appelé armoire ou coffret de commande et de contrôle.

d. Moteur thermique

Le moteur thermique qui entre dans la constitution de notre groupe est un moteur diesel à 4 temps et à injection, de marque **MTU** et son circuit de combustion est constitué de 16 cylindres en V (monté en V).

e. Alternateur triphasé

L'alternateur triphasé qui entre dans la constitution de notre groupe électrogène est de marque **SDMO** dont les caractéristiques sont les suivantes (**Figure V.4**) :

- Tension $U = 400 \text{ V}$
- Puissance active $P = 400 \text{ KW}$

- Puissance apparente S :500 KVA
- Fréquence f = 50Hz
- Facteur de puissance $\text{Cos } \varphi = 0.8$



Figure V.5. Plaque signalétique de l’alternateur groupe électrogène de la raffinerie de sucre roux

Tableau V.2. Puissance des groupes électrogènes après couplage

GE	Avant			Après		
	P(Kw)	Q(Kvar)	S(KVA)	P(Kw)	Q(Kvar)	S(KVA)
Raff. Sucre 3500T/J	800	600	1000	1200	900	1500
Raff. Sucre roux	400	300	500			

V.2.5 Compensation de l’énergie réactive du circuit électrique de secours

La compensation de l’énergie réactive est une opération qui consiste à produire sur place, l’énergie réactive capacitive afin de diminuer l’énergie réactive inductive provenant des transformateurs et machines électriques. Dans notre cas nous allons faire une compensation pour soulagé nos deux groupes une fois couplés Le schéma de compensation est représenté par le la (Figure V.5) [21].

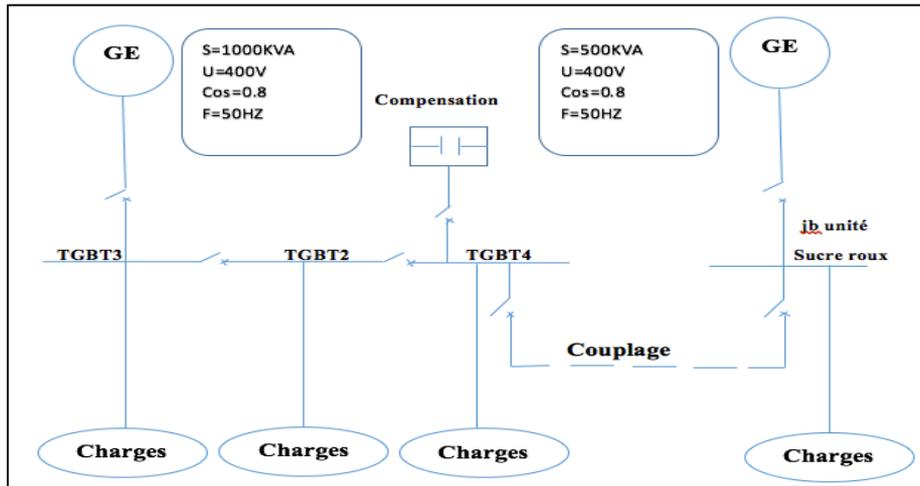


Figure V.6. Schéma de compensation des deux groupes électrogène

V.2.5.1 Processus de la compensation

Plusieurs paramètres rentrent en jeu dans le choix de l'équipement de compensation de l'énergie réactive.

a. Calcul de la puissance réactive à installer [21] [22]

La puissance réactive de l'équipement se calcul par deux méthodes :

1ère Méthode : à partir du temps de fonctionnement de l'installation et de la puissance réactive facturée

$$Q_c = W_r / t \quad (V.1)$$

Q_c : puissance réactive en KVAR.

W_r : énergie réactive en KVARh.

t : le temps en heure .

Le temps de fonctionnement est aléatoire car le plus souvent, l'installation est composée de plusieurs ateliers indépendants. Ce mode est alors possible pour la compensation individuelle.

2ème méthode : à partir de la puissance active et de facteur de puissance moyen de l'installation.

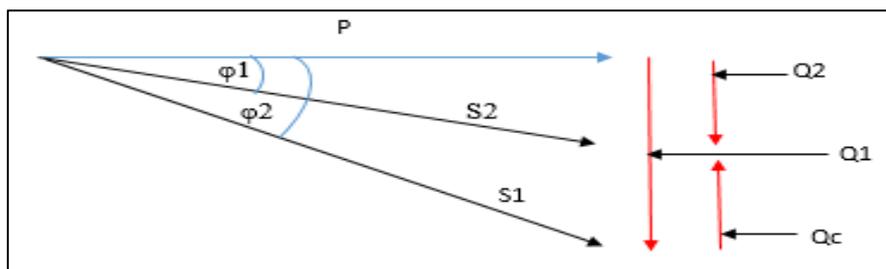


Figure V.7. Diagramme des puissances

- P : puissance active.
- S1 : puissance apparente avant la compensation.
- S2 : puissance apparente après la compensation.
- Q1 : puissance réactive sans condensateur.
- Q2 : puissance réactive avec condensateur.

$$Q2 = Q1 - Qc \quad (V.2)$$

$$Qc = Q1 - Q2 \quad (V.3)$$

$$Qc = P * \text{tg}\phi1 - P * \text{tg}\phi2 \quad (V.4)$$

$$Qc = P (\text{tg}\phi1 - \text{tg}\phi2) \quad (V.5)$$

$\phi1$ déphasage sans condensateur.

$\phi2$ déphasage avec condensateur.

b. Calcul des valeurs des capacités des condensateurs [23]

En monophasée :

La valeur de la capacité de condensateur se calcul par la relation suivante :

$$Qc = C * \omega * V^2$$

En triphasée :

En triphasée le calcul des valeurs des capacités des condensateurs dépend du type de couplage

- **Couplage triangle**

La puissance réactive fournie par l'ensemble des condensateurs est donnée par la relation suivante :

$$Q_{c-\Delta} = 3 * C * \omega * U^2 \quad (V.6)$$

Avec : $\omega = 2 * \pi * f$

U : tension composé(Volte).

ω : pulsation des tensions du réseau(rd/s).

C : capacité de condensateur (faraday)

La valeur de capacité de chaque condensateur est donnée par la relation suivante :

$$C_{\Delta} = Q_{c-\Delta} / (3 * \omega * U^2) \quad (V.7)$$

- **Couplage étoile**

La puissance réactive fournie par l'ensemble des condensateurs est donnée par la relation suivante :

$$Q_{c-y} = C * W * U^2 \quad (\text{V.8})$$

La valeur de capacité de chaque condensateur est donnée par la relation suivante :

$$C_y = Q_{c-y} / (W * U^2) \quad (\text{V.9})$$

V.2.5.2 Mode de compensation [23]

On distingue trois modes de compensation de l'énergie réactive

a. Compensation global

La batterie est connectée au tableau en tête d'installation et garantit une compensation pour l'ensemble de l'installation, elle reste en service de façon permanente pendant la marche normale de l'usine. Lorsque la charge est stable et continue, une compensation globale convient.

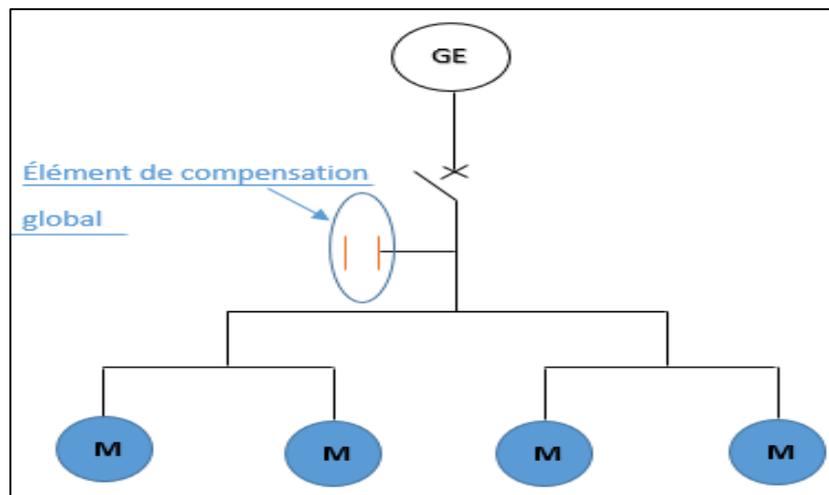


Figure V.8. Schéma de compensation globale

b. Compensation partielle (ou par secteur)

Ce type de compensation est conseillée lorsque l'installation est composée de nombreux ateliers dont les régimes de charge sont différents. Elle est installée au niveau des tableaux secondaires TGBT

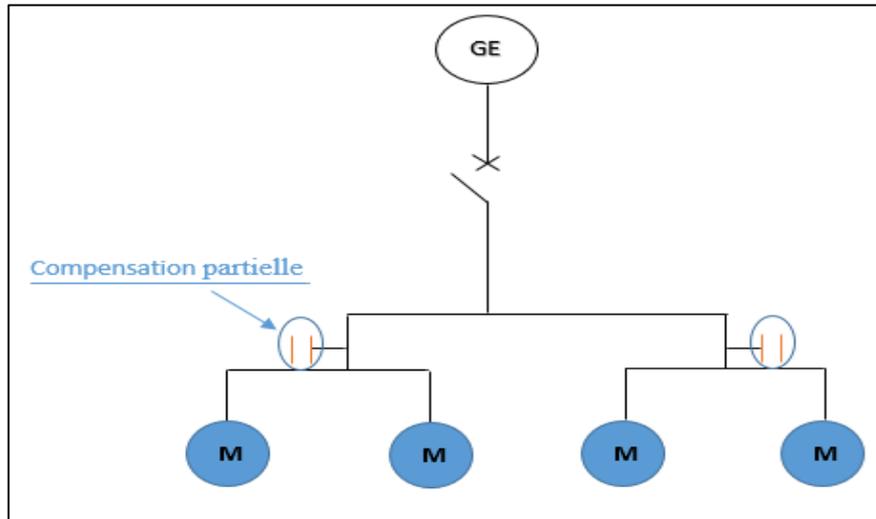


Figure V.9. Schéma de la compensation partielle

c. Compensation individuel

La batterie est raccordée directement aux bornes de chaque récepteur inductif. Ce mode de compensation est envisagé lorsque la puissance de certains récepteurs (moteur et transformateur) est importante par rapport à la puissance totale.

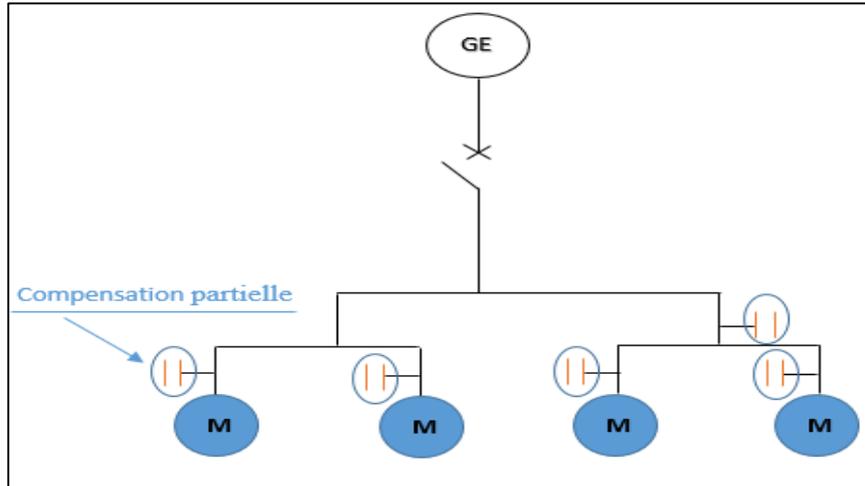


Figure V.10. Schéma de la compensation individuelle

V.2.5.3 Type de compensation

Il existe deux types de compensation

a. Compensation fixe

Ce type de compensation est utilisé lorsque la puissance réactive est faible ($Q_c/S_n < 15\%$ de la puissance de transformateur) et la charge relativement stable.

Les batteries de condensateurs délivrent une puissance réactive constante quelque soient les variations des charges des récepteurs, (compensation interne des transformateurs, compensation individuelle des moteurs).

La mise en service de ces batteries peut être manuelle (par disjoncteur ou interrupteur), semi-automatique (par contacteur) commandé à distance. [21]

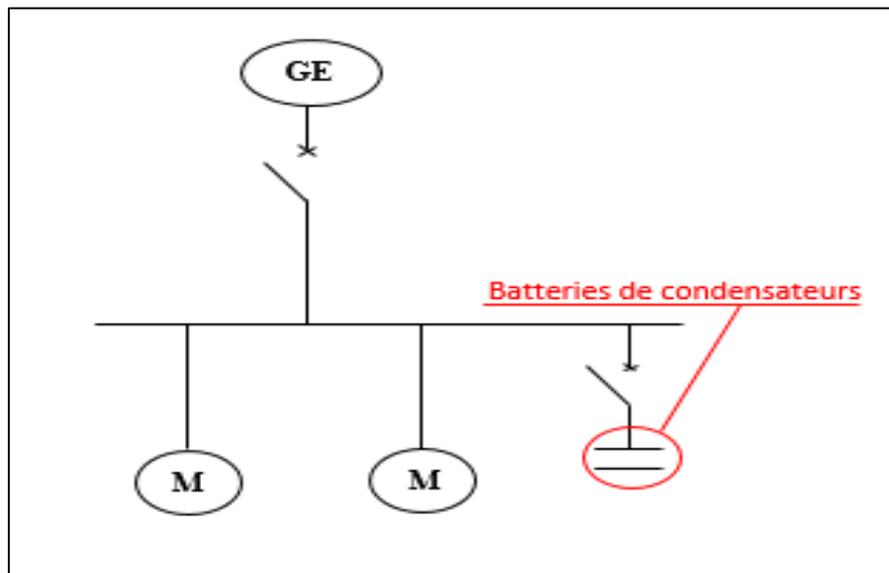


Figure V.11. Schéma de batterie de condensateurs fixes

b. Compensation automatique (ou en gradin)

Ce type de compensation est utilisée si le dimensionnement des condensateurs est supérieur à 15 % du dimensionnement du transformateur. La batterie de condensateurs est fractionnée en gradins, avec la possibilité de mettre en service un plus ou moins un grand nombre de gradins, à commande automatique.

Ces batteries sont composées d'une association en parallèle de gradins condensateurs (gradin = condensateur + contacteur). La mise en ou hors service étant asservie à un régulateur de puissance intégré. [21]

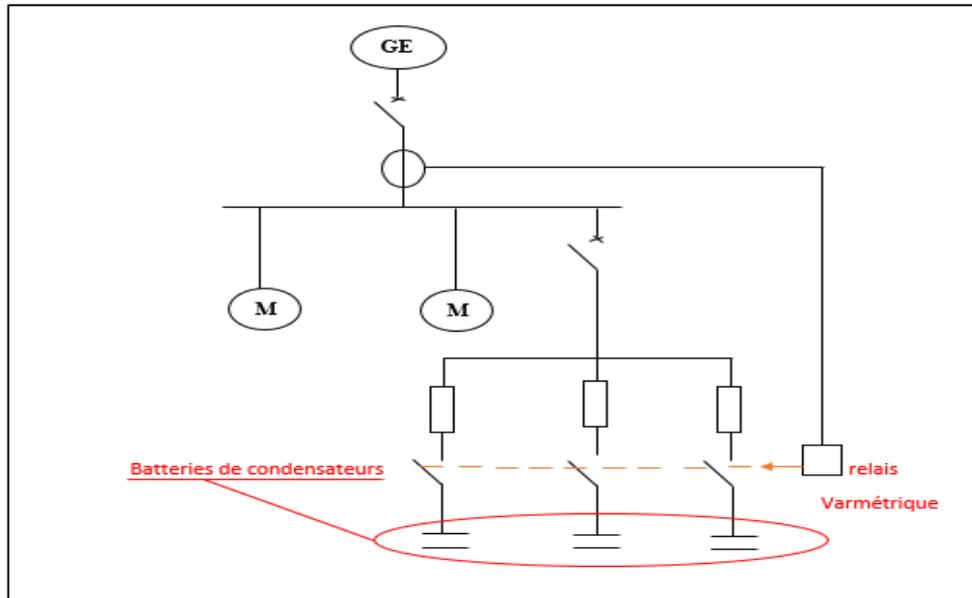


Figure V.12. Schéma de batterie de compensation automatique

V.2.5.4 Calcul de la puissance compensée

Pour calculé la puissance réactive compensée en va utiliser la formule (V.4) que nous avons citée précédemment

Ou niveau de jeu de barre on a :

$$\cos \varphi = 0,81 \text{ et } \operatorname{tg} \varphi = 0,72$$

On désir avoir :

$$\cos \varphi = 0,93 \text{ et } \operatorname{tg} \varphi = 0,39$$

$$Q_c = P (\operatorname{tg} \varphi_1 - \operatorname{tg} \varphi_2)$$

$$Q_c = 1220,69 * (0,72 - 0,39)$$

$$Q_c = 402,83 \text{ KVAR}$$

$$Q' = Q_{uc} - Q_c$$

$$Q' = 867,70 - 402,83$$

$$Q' = 464,87 \text{ KVAR}$$

V.2.5.5 Calcul de valeur de capacité de condensateur à installer

$$C_{c-\Delta} = Q_c / (3 * \omega * U^2)$$

$$C_{c-\Delta} = 402830 / (3 * 314 * 400^2)$$

$$C_{c-\Delta} = 2,67 \text{ mF}$$

$$C_{c-y} = Q_c / (\omega * U^2)$$

$$C_{c-y} = 402830 / (314 * 400^2)$$

$$C_{c-y} = 8,02 \text{ mF}$$

V.2.5.6 Vérification du type de compensation

On a :

$$Q_c = 402,83 \text{ KVAR et } S_{uc} = 1457,33 \text{ KVA}$$

Nous avons :

$$Q_c / S_{uc} = 0,28 \Rightarrow 28 \% > 15 \%$$

Les valeurs des puissances réactives avant et après compensation et les valeurs des capacités des condensateurs sont données dans le *tableau V.3*

Charges	Avant compensation		Après compensation				
	Q_{uc} (Kvar)	$\text{Cos } \varphi$	Q_c (Kvar)	Q' (Kvar)	$\text{Cos } \varphi$	C_{Δ} (mF)	C_y (mF)
Jeu de barre de couplage	867,70	0,81	402,83	464,87	0,93	2,67	8,02

Tableau V.3. Puissance réactive fournis par les batteries de compensations

Conclusion

Dans ce chapitre on a pu proposer deux solutions au problème du manque d'énergie de l'alimentation de secours. La première consiste à installer un nouveau groupe électrogène de **1500 KVA**, la deuxième est de coupler un autre groupe électrogène de **500 KVA** en parallèle à celui actuel pour satisfaire le besoin d'énergie électrique de **1214,71**. On a remarqué qu'après couplage le circuit consomme une puissance réactive de **867,70 KVAR** avec un $\text{cos } \varphi$ de **0,81**, donc une compensation sera nécessaire pour soulager ce circuit. On a amélioré le facteur de puissance du circuit de secours à 0,93, donc la nouvelle valeur de la puissance réactive est alors réduite à **464,87 KVAR**. La compensation préconisée est globale et automatique. La valeur des capacités de condensateur dépend du type de montage, pour le montage étoile $C_{c-y} = 8,02 \text{ mF}$ et pour le montage triangle $C_{c-\Delta} = 2,67 \text{ mF}$.

Conclusion générale

Dans le cadre de notre projet de fin d'étude nous avons réalisé une étude du circuit d'alimentation de secours de la raffinerie de sucre 3500T/J CEVITAL. Ce travail nous a donné l'opportunité de se familiariser au milieu industriel, pratiquer et approfondir nos connaissances dans le domaine des installations électriques inculquant la maîtrise de la méthodologie de calcul du bilan de puissance, des techniques de dimensionnement des canalisations et de la protection.

Ce travail nous a permis de connaître les différents schémas électriques du complexe CEVITAL en se basant sur ceux de la raffinerie de sucre, nous avons aussi décrit la source de secours qui est un groupe électrogène et élaboré un bilan de puissance. Ce dernier nous a permis de déterminer la consommation des équipements de cette raffinerie en terme d'énergie du TGBT2, du TGBT3, et du TGBT4. On a constaté que la puissance du groupe électrogène de secours est inférieure à la puissance demandée par les équipements prioritaires qui est de **1214,71 KVA**. La production sera alors confrontée à des problèmes de surcharges et de coupures d'électricité.

On a étudié pas à pas toutes les parties de notre installation, en commençant par un calcul des sections des câbles capable de supporter les courants d'emploi dans les conditions réel d'installation et de vérification des contraintes thermiques et des chutes de tension, les calculs de dimensionnement que nous avons effectué montrent que pour le **GE**, il est nécessaire d'utiliser quatre câbles par phase de section de **240 mm²**. Le calcul de la chute de tension des équipements prioritaires montre que les valeurs trouvées sont inférieures à **8%** cela justifie le choix de la même section. La vérification des contraintes thermiques de tous les équipements prioritaires en passant par la détermination des court-circuit montrent que toutes les sections utilisées sont convenables.

Pour remédier au problème de manque d'énergie on a proposé deux solutions préalables. La première est de changer le groupe existant par un autre groupe de secours plus puissant avec une puissance de **1500 KVA** qui pourra satisfaire en besoins énergétiques de **1214,71 KVA**.

La deuxième solution est de coupler le groupe existant avec un deuxième groupe électrogène qui alimente la raffinerie sucre ROUX et qui a une puissance de **500 KVA**. Ce dernier est surdimensionné, son couplage est d'un point de vue économique la solution la plus rentable.

On a remarqué qu'après couplage le circuit consomme une puissance réactive importante avec un $\cos \varphi$ de **0,81**, une compensation est alors nécessaire pour soulager ce circuit. Une compensation globale et automatique a été utilisée, le facteur de puissance a été amélioré à 0,93.

Les résultats de cette étude permettront d'améliorer les performances de réseau de la raffinerie sucre CEVITAL et de faire des économies d'énergie.

Nous souhaitons que nos résultats soient pris en considération et exploités par l'entreprise et que notre étude serve de base, aux autres projets d'alimentation en énergie électrique.

Références bibliographique

- [1] Site officiel CEVITAL- www.cevital.com consulté le 03.03.2019
- [2] Manuel opératoire de connaissances générales réf : MN-SS2-01 le 25.06.2010
- [3] Guide de protection 2003 Schneider électrique Industrie SAS
- [4] Document CEVITAL sur le réseau moyen tension existant de complexe CEVITAL.
- [5] ADEME 2016 : « Principe de la cogénération » [En ligne]
<https://www.mtaterre.fr/dossiers/comment-ca-marche-la-cogeneration/la-cogeneration-cest-quoi-le-principe>) consulté le 03.03.2019
- [6] LEO PAUL NGOMONO MOUKO, « *étude du fonctionnement et élaboration du plan de maintenance préventive et curative du groupe électrogène (BLACK-START GENERATOR) de la centrale thermique de DIBAMBA* », Mémoire de fin d'étude, 2013
- [7] manuel d'utilisation et d'entretien des groupes électrogènes Notice d'instructions originale R66C2C 33504041701NE_2_1.
- [8] BAYRAM TOUNSI, « *Etude comparative de groupes électrogènes embarqués à large gamme de vitesse variable associant machines à aimants permanents et conversion statique* » thèse de doctorat, institut national polytechnique de Toulouse, France 2006.
- [9] OUAHNIT SAMIR, CHEMACHE RABAH, « *redimensionnement de la station de pompage d'eau du groupe CEVITAL à IBOURASSEN (Bejaia)* », Mémoire de fin d'étude, Université Abderrahmane mira BEJAIA, 2015
- [10] Guide d'installation électrique Schneider 2010
- [11] J.L. LILIEN, « *Effets indirects des champs électromagnétiques* », Thèse doctorat Institut Montefiore, Université de Liège, 2005
- [12] ABBAS HICHEME et AIT AMOKHTAR SAMIR, « *dimensionnement électrique de la raffinerie sucre liquide CEVITAL* », Mémoire de fin d'étude, Université d'Abderrahmane Mira BEJAIA, 2016.
- [13] OUDDAK BOUZID et BENHACINE MOURAD, « *Etude, dimensionnement et compensation de l'énergie réactive de la raffinerie de sucre au sein de l'entreprise CEVITAL* » mémoire de fin d'étude », Mémoire de fin d'étude, Université d'Abderrahmane Mira BEJAIA, 2018.
- [14] Schneider Electric, « Guide de la distribution basse et moyenne tension », édition 2002

- [15] Extrait du Cahier Technique Schneider Electric n° 158 calcul de court circuit
- [16] ROLAN AUBER "Jeux de barres à basse tension ", techniques de l'ingénieur N° d 5165, 2012.
- [17] DR. LAIFAOU ABDELKARIM, Cours « *Schémas et Appareillages Électriques 3ème Année Licence* », Université d'Abderrahmane Mira BEJAIA, 2016
- [18] **NF C 15-100, Décembre 2002**, « *Installations électriques à basse tension* » norme française ».
- [19] Schneider Electric, « *compléments technique distribution électrique BT et HTA* », édition 2012.
- [20] Cahier Technique Schneider Electric n° 196 Génération électrique intégrée aux sites industriels et bâtiments commerciaux.
- [21] PAUL GRADJAVI, « *étude de la compensation de l'énergie réactive : cas de l'imprimerie MAGNIFICAT-EDITION* », Mémoire de fin de formation pour une licence professionnel, Université d'Abomey-Calavi BENIN, 2010
- [22] Catalogue LEGRAND « *compensation de l'énergie réactive et maîtrise de la qualité des infrastructure électrique* ».
- [23] MAOUCHE ROZA « *élaboration d'un plan de protection de l'installation SEA-LINE de la station de pompage SONATACH BEJAIA* », Mémoire de fin d'étude, Université Abderrahmane Mira BEJAIA, 2015

Lettre de sélection

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

Tableau N°1

Facteur de correction K1

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

Tableau X1

Disposition des câbles jointifs	Nombre de circuits ou de câbles multiconducteurs												Méthodes de référence
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	12	16	20	
Groupés dans l'air sur une surface, noyés ou enfermés	1,00	0,80	0,70	0,65	0,60	0,57	0,54	0,52	0,50	0,45	0,41	0,38	Méthode de A à F
Simple couche sur paroi, plancher ou tablette non perforée	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 neuf circuits ou câbles multiconducteurs			Méthode C
Simple couche fixée sous plafond en bois	0,95	0,81	0,72	0,68	0,66	0,64	0,63	0,62	0,61				
Simple couche sur tablette perforée horizontale ou verticale	1,00	0,88	0,82	0,77	0,75	0,73	0,73	0,72	0,72	Pas de facteur de réduction supplémentaire pour plus de neuf circuits ou câbles multiconducteurs			Méthode E et F
Simple couche sur échelle, corbeau, etc	1,00	0,87	0,82	0,80	0,80	0,79	0,79	0,78	0,78				

Tableau X2

Température ambiante °C	Isolation	
	PVC	XLPE et EPR
10	1,22	1,15
15	1,17	1,12
20	1,12	1,08
25	1,06	1,04
35	0,94	0,96
40	0,87	0,91
45	0,79	0,87
50	0,71	0,82
55	0,61	0,76
60	0,50	0,71
65	-	0,65
70	-	0,58
75	-	0,50
80	-	0,41

Tableau X3

lettre de sélection	isolant et nombre de conducteurs chargés (3 ou 2)									
	caoutchouc ou PVC				butyle ou PR ou éthylène PR					
	B	PVC3	PVC2		PR3		PR2			
	C		PVC3		PVC2	PR3		PR2		
	E			PVC3		PVC2	PR3		PR2	
	F				PVC3		PVC2	PR3		PR2
section cuivre (mm ²)	1,5	15,5	17,5	18,5	19,5	22	23	24	26	
	2,5	21	24	25	27	30	31	33	36	
	4	28	32	34	36	40	42	45	49	
	6	36	41	43	48	51	54	58	63	
	10	50	57	60	63	70	75	80	86	
	16	68	76	80	85	94	100	107	115	
	25	89	96	101	112	119	127	138	149	161
	35	110	119	126	138	147	158	169	185	200
	50	134	144	153	168	179	192	207	225	242
	70	171	184	196	213	229	246	268	289	310
	95	207	223	238	258	278	298	328	352	377
	120	239	259	276	299	322	346	382	410	437
	150		299	319	344	371	395	441	473	504
	185		341	364	392	424	450	506	542	575
	240		403	430	461	500	538	599	641	679
	300		464	497	530	576	621	693	741	783
	400					656	754	825		940
	500					749	868	946		1 083
	630					855	1 005	1 088		1 254

Tableau X4

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

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

Tableau X5

		e/a								
		0,05	0,06	0,08	0,10	0,12	0,14	0,16	0,18	0,20
nb de barres par phase		k1								
2		1,63	1,73	1,76	1,80	1,83	1,85	1,87	1,89	1,91
3		2,40	2,45	2,50	2,55	2,60	2,63	2,65	2,68	2,70

Tableau X6

Résultats de vérification de chute de tension des équipements prioritaire

Tableau A : Vérification de chute de tension des équipements prioritaire du TGBT 2

N° du Circuit	R (Ω)	X (Ω)	L (Km)	ΔU (V)	ΔU (%)	S1 (mm^2)	S2 (mm^2)
12	1,800	0,010	0,12	8,893	2,223	1,5	1,5
13	1,800	0,010	0,12	6,544	1,636	1,5	1,5
14	1,800	0,010	0,12	11,891	2,973	1,5	1,5
15	1,800	0,010	0,12	8,921	2,230	1,5	1,5
16	1,800	0,010	0,12	8,921	2,230	1,5	1,5
17	1,080	0,010	0,12	19,672	4,918	2,5	2,5
23	0,300	0,006	0,08	10,609	2,652	6	6
24	1,200	0,006	0,08	8,564	2,141	1,5	1,5
25	1,200	0,006	0,08	8,564	2,141	1,5	1,5
26	1,350	0,007	0,09	9,635	2,409	1,5	1,5
41	0,135	0,005	0,06	7,834	1,959	10	10
42	0,263	0,006	0,07	11,045	2,761	6	6
52	1,200	0,006	0,08	20,368	5,092	1,5	1,5
56	0,008	0,006	0,08	4,493	1,123	240	240

Tableau B : Vérification de chute de tension des équipements prioritaire du TGBT 3

N° du Circuit	R (Ω)	X (Ω)	L (Km)	ΔU (V)	ΔU (%)	S1 (mm^2)	S2 (mm^2)
2	0,023	0,006	0,07	5,103	1,276	70	70
3	0,023	0,006	0,07	5,103	1,276	70	70
4	0,023	0,006	0,07	5,103	1,276	70	70
5	0,023	0,006	0,07	5,103	1,276	70	70
6	0,023	0,006	0,07	5,103	1,276	70	70
16	0,225	0,005	0,06	7,970	1,993	6	6
14	0,225	0,005	0,06	7,970	1,993	6	6
19	0,150	0,003	0,04	5,968	1,492	6	6
20	0,360	0,003	0,04	6,905	1,726	2,5	2,5

Tableau C : Vérification de chute de tension des équipements prioritaire du TGBT 4

N° du Circuit	R (Ω)	X (Ω)	L (Km)	ΔU (V)	ΔU (%)	S1 (mm^2)	S2 (mm^2)
1	0,026	0,006	0,08	5,099	1,275	70	70
2	0,026	0,006	0,08	5,099	1,275	70	70
3	0,026	0,006	0,08	5,099	1,275	70	70
4	0,540	0,005	0,06	9,841	2,460	2,5	2,5
5	0,900	0,005	0,06	11,147	2,787	1,5	1,5
7	0,315	0,003	0,035	5,741	1,435	2,5	2,5
8	0,525	0,003	0,035	6,502	1,626	1,5	1,5
10	0,450	0,004	0,05	8,201	2,050	2,5	2,5
12	0,525	0,003	0,035	7,797	1,949	1,5	1,5
13	0,525	0,003	0,035	4,769	1,192	1,5	1,5

14	0,525	0,003	0,035	4,769	1,192	1,5	1,5
17	1,200	0,006	0,08	3,731	0,933	1,5	1,5
18	1,200	0,006	0,08	3,731	0,933	1,5	1,5
19	1,200	0,006	0,08	3,731	0,933	1,5	1,5
21	0,225	0,003	0,04	7,054	1,764	4	4
23	0,225	0,003	0,04	7,054	1,764	4	4

Vérification des contraintes thermiques des équipements prioritaires de la raffinerie sucre 3500T/J

Tableau D Vérification des contraintes thermiques du TGBT 2

N°	X (Ω)	R (Ω)	Z (Ω)	Z _t (Ω)	I _{cc} (A)	S2	S3
12	0,010	1,800	1,800	1,811	127,519	1,5	1,5
13	0,010	1,800	1,800	1,811	127,519	1,5	1,5
14	0,010	1,800	1,800	1,811	127,519	1,5	1,5
15	0,010	1,800	1,800	1,811	127,519	1,5	1,5
16	0,010	1,800	1,800	1,811	127,519	1,5	1,5
17	0,010	1,080	1,080	1,091	211,669	2,5	2,5
23	0,006	1,200	1,200	0,311	742,410	6	6
24	0,006	1,200	1,200	1,211	190,699	1,5	1,5
25	0,007	1,350	1,350	1,211	190,699	1,5	1,5
26	0,005	0,135	0,135	1,361	169,682	1,5	1,5
41	0,006	0,263	0,263	0,146	1580,858	10	16
42	0,006	1,200	1,200	0,274	844,204	6	6
52	0,006	0,008	0,010	1,211	190,699	1,5	1,5
56	0,006	0,300	0,300	0,021	11071,213	240	240

Tableau E Vérification des contraintes thermiques du TGBT 3

N°	X (Ω)	R (Ω)	Z (Ω)	Z _t (Ω)	I _{cc} (A)	S2	S3
2	0,006	0,023	0,023	0,133	1733,961	70	70
3	0,006	0,023	0,023	0,033	6958,874	70	70
4	0,006	0,023	0,023	0,033	6958,874	70	70
5	0,006	0,023	0,023	0,033	6958,874	70	70
6	0,006	0,023	0,023	0,033	6958,874	70	70
14	0,005	0,225	0,225	0,235	982,510	6	6
16	0,005	0,225	0,225	0,235	982,510	6	6
19	0,003	0,150	0,150	0,160	1443,068	6	6
20	0,003	0,360	0,360	0,370	624,138	2,5	4

Tableau F Vérification des contraintes thermiques du TGBT 4

N°	X (Ω)	R (Ω)	Z (Ω)	Z _t (Ω)	I _{cc} (A)	S2	S3
1	0,006	0,026	0,026	0,037	6158,606	70	70
2	0,006	0,026	0,026	0,037	6158,606	70	70
3	0,006	0,026	0,026	0,037	6158,606	70	70
4	0,005	0,540	0,540	0,551	419,113	2,5	2,5
5	0,005	0,900	0,900	0,911	253,498	1,5	1,5
7	0,003	0,315	0,315	0,326	708,378	2,5	4
8	0,003	0,525	0,525	0,536	430,852	1,5	2,5
10	0,004	0,450	0,450	0,461	500,935	2,5	2,5
12	0,003	0,525	0,525	0,536	430,852	1,5	2,5
13	0,003	0,525	0,525	0,536	430,852	1,5	2,5
14	0,003	0,525	0,525	0,536	430,852	1,5	2,5
17	0,006	1,200	1,200	1,211	190,699	1,5	2,5
18	0,006	1,200	1,200	1,211	190,699	1,5	1,5
19	0,006	1,200	1,200	1,211	190,699	1,5	2,5
21	0,003	0,225	0,225	0,236	978,465	4	6
23	0,003	0,225	0,225	0,236	978,465	4	6

Fiche technique du nouveau groupe électrogène

General Information

Model: **QI 1520 HD ME**
Voltage (V): **400/230**
Frequency (Hz): **50HZ**



Genset Image for illustration purposes only

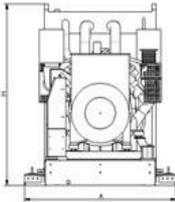
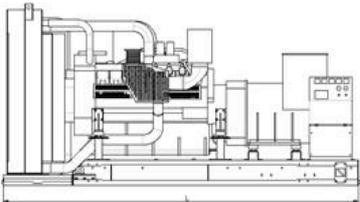
Prime Power PRP (kVA): **1 383**
Prime Power PRP (kW): **1 107**

Standby Power ESP (kVA): **1 520**
Standby Power ESP (kW): **1 216**

Performance class
Performance class: **G1**

Weight and Dimensions (mm):
Length (L): **4 600**
Width (A): **2 040**
Height (H): **2 200**

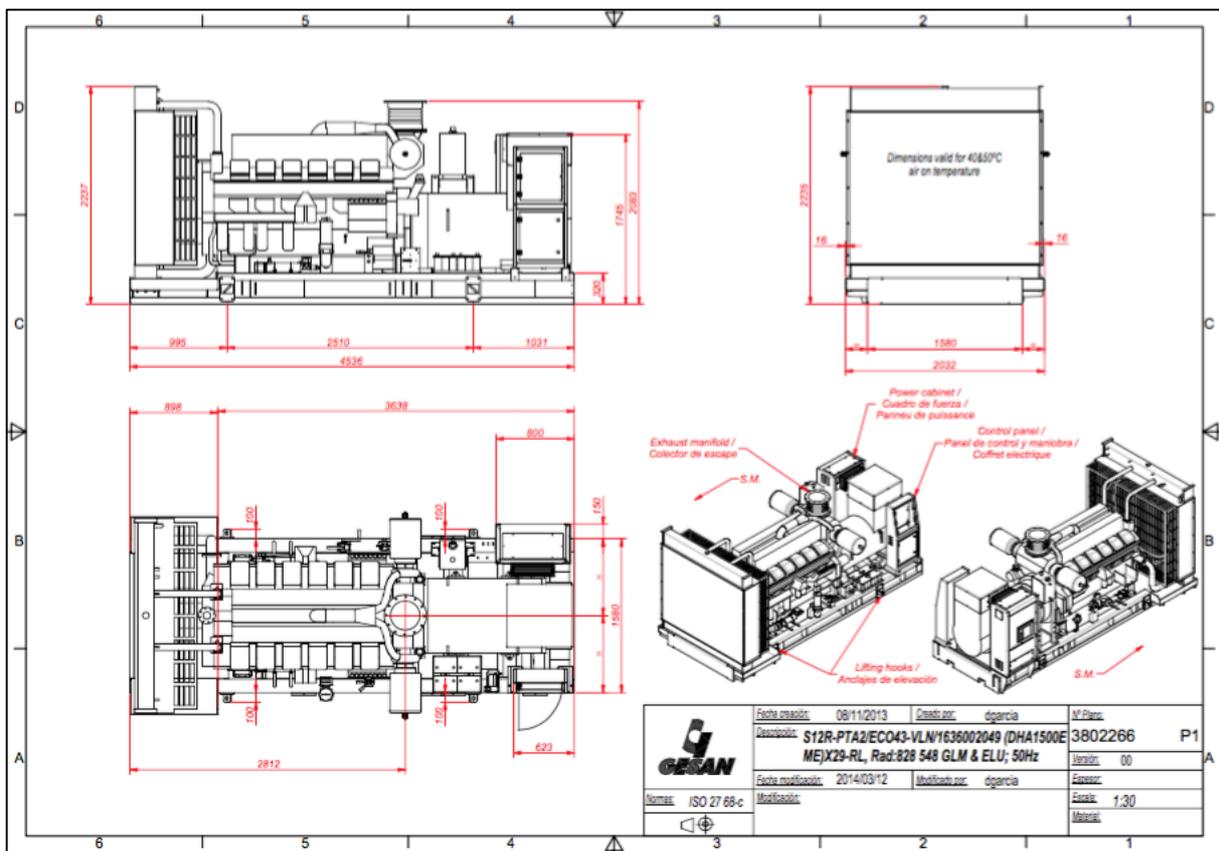
Weight (kg): **10 850**
Mechanical structure: **Open skid on baseframe**

Capacity and fuel consumption

	PRP Power		Standby Power	
	L/h	Range (hours)	L/h	Range (hours)
25%	83,7	-	90,2	-
50%	148,3	-	159,5	-
75%	211,9	-	232,3	-
100%	282,6	-	312,8	-

(Range values valid for standard configurations)



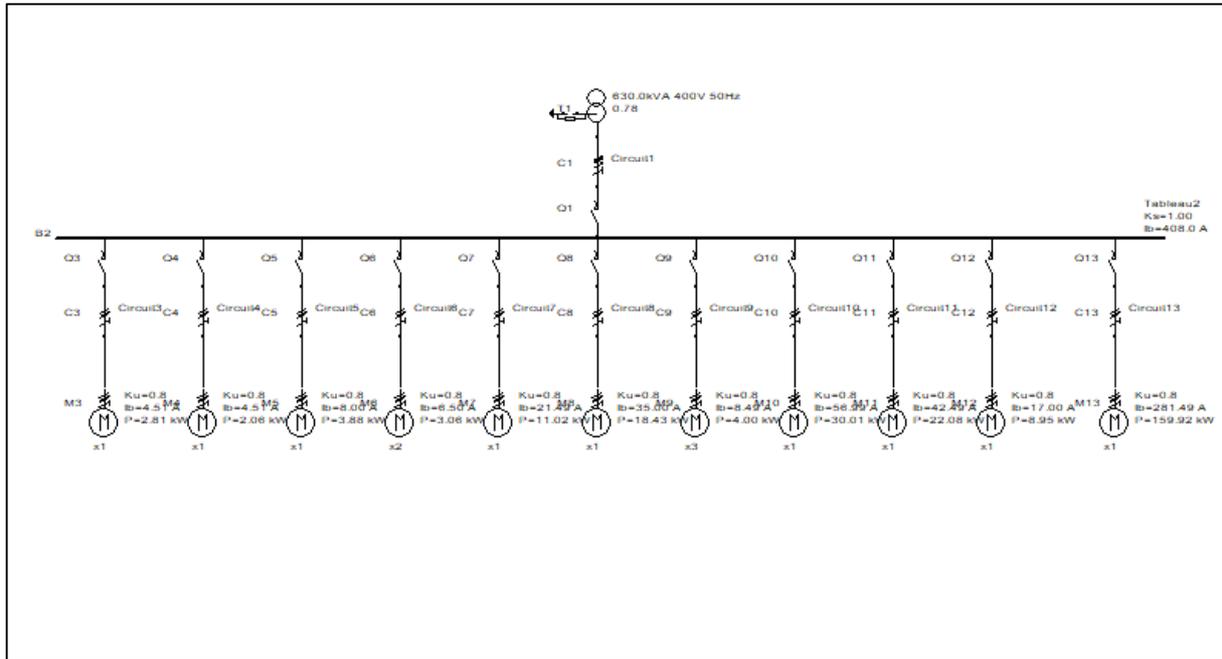


Schéma unifilaire électrique du TGBT 2

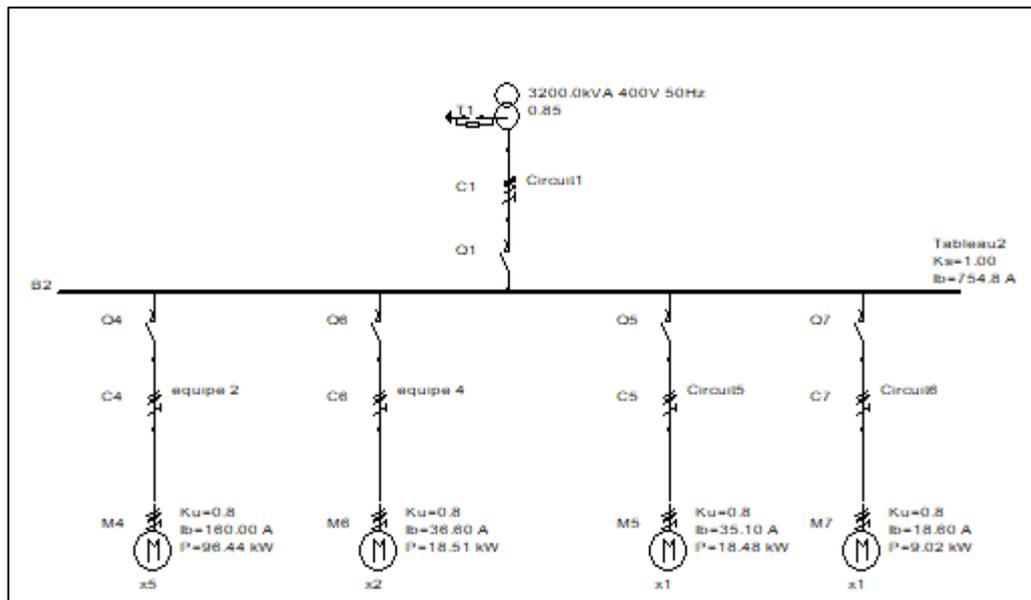


Schéma unifilaire électrique du TGBT 3

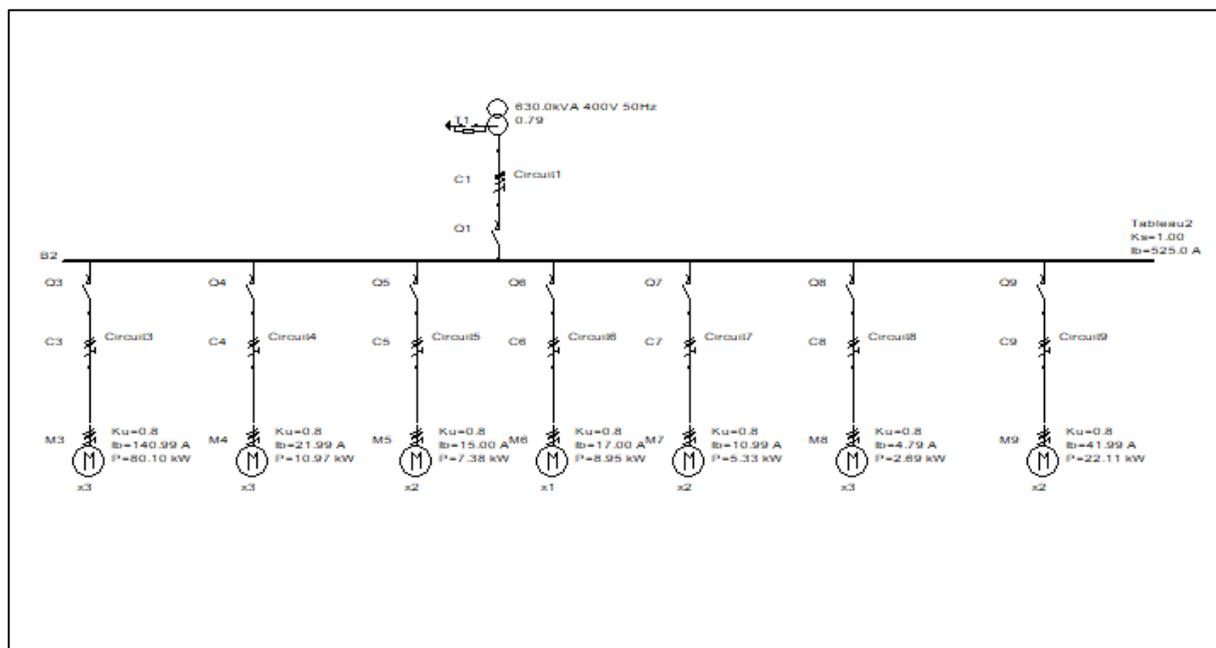


Schéma unifilaire électrique du TGBT 4

Exemple de calcul du TGBT 3

Bilan de puissance du TGBT 3

Source normal (400 V)

Nombre de sources :	1
Puissance calculée par source avant compensation :	549.09 kVA
Puissance calculée par source après compensation :	-
Puissance choisie par source :	3200.0 kVA
Cosphi avant compensation :	0.85
Cosphi après compensation :	-
Cosphi cible :	0.96

Circuit : equipe 2 (Q4-C4-M4) - Calculé

Amont : Tableau2

Aval :

Tension : 400 V

Disjoncteur : Q4

Nom : NSX250L-150.0 kA Calibre nominal : 220 A

Calibre de la protection (In) : 220.00 A Déclencheur : Micrologic 2.2 M

Nombre de pôles : 3P3d

Sélectivité : T

Pdc renforcé par filiation : Non

Protection différentielle : Non

Désignation de la protection différentielle : -

Sensibilité : -

Cran de temporisation : -

Sélectivité différentielle : -

Réglages :Surcharge : $I_r = 0.77 I_n = 169.40 \text{ A}$ Magnétique : $I_m(I_{sd}) = 13.0 \times I_r = 2202.20 \text{ A}$ **Contacteur :** LC1F185 Coordination : Type 2**Relais thermique :****Démarrateur électronique :**

Les conditions de la norme dans le cas du double défaut en IT sont respectées.

Cable : C4

Longueur : 70.0 m

Mode de pose : E-circuits jointifs
câbles multiconducteurs sur tablettes horizontales perforées

Type de câble : Multiconducteur Nb de couches : 1

Isolant : PR Nb de circuits jointifs supplémentaires: 8

Arrangement des conducteurs : A plat jointifs

Température ambiante : 40 °C Niveau de THDI: -

Courant admissible par le câble (Iz):

Iz dans les conditions normales d'utilisation: 346.2 A

Iz x facteurs de correction (conditions réelles d'utilisation): 173.1 A

Contrainte de dimensionnement : surcharges

Facteurs de correction :	Température	: 0.91	(52-D1)
	x Résistivité thermique du sol	: 1.00	(A.52-16)
	x Neutre chargé	: 1.00	(D.52-1)
	x pose jointive	: 0.73	(52-E4)
	x Utilisateur	: 0.75	
	/ Protection)	: 1.00	(§433.1)
			0.50

Sections (mm ²)	théoriques	choisies	désignation	métal
Par phase	1 x 117.3	1 x 120.0		Cuivre
Neutre	-	-	-	-
PE	1 x 11.0	1 x 120.0		Cuivre

Chutes de tension	amont	circuit	aval
ΔU (%)	1.21	1.0243	2.23

Chute de tension au démarrage du moteur : 6.49

Vérification de la contrainte thermique:

Energie reçue par le conducteur de phase : 48400000 A²s

Contrainte admissible : 294465600 A²s

Résultats de calcul :

	Icc amont	Ik3max	Ik2max	Ik1max	Ik2min	Ik1min	I défaut
(kA)	62.2252	16.4159	14.2166		11.0376		3.4341
R (mΩ)	1.4271	12.2246	24.4493		30.6966		29.4606
X (mΩ)	3.9456	9.5456	19.0912		19.0912		16.0317
Z (mΩ)	4.1958	15.5100	31.0200		36.1491		33.5402

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

Avis technique UTE 15L-602.

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

Charge	I :	160.00 A	Polarité du circuit :	Tri
	P :	96.44 kW	Schéma des liaisons à la terre :	IT
	cosφ :	0.87	Répartition:	-
			Ku :	0.8
	Nombre de circuit identiques		5	