

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE RECHERCHE
SCIENTIFIQUE
UNIVERSITE ABDERRAHMANE MIRA-BEJAIA
FACULTE DE TECHNOLOGIE
DEPARTEMENT GENIE ELECTRIQUE

MEMOIRE DE FIN D'ETUDE

En vue de l'obtention du diplôme
Master en électrotechnique.
Option : Electrotechnique Industrielle.
Machine électrique.

*Etude et dimensionnement d'une alimentation
sans interruption des équipements informatiques
de la SONATRACH de BEJAIA*

Réalisé par :

BEZZOUH SARA
FEDILA FATIMA

Encadrés par :

Pr. MEDJDOUB ABEDELLAH
Mr. AIT MOUSSA YAHIA

Année Universitaire: 2021/2022

Remerciements

Nous tenons tout d'abord à remercier Dieu le tout puissant et miséricordieux de nous avoir donné la force, la santé, le courage et la patience de pouvoir accomplir ce travail.

Nos vifs remerciements les plus sincères s'adressent à notre promoteur Dr MEDJDOUB Abdellah pour son encadrement, d'avoir accepté de nous guider tout au long de ce travail.

Nos remerciements les plus particuliers vont également à Mr. AIT MOUSSA Yahia pour son encadrement, sa disponibilité, ses encouragements et ses prestigieux conseils, qui s'est dévoué pour nous dispenser de tous conseils et directives utiles pour la réalisation de ce modeste travail.

Nous tenons aussi à remercier vivement Mr. LOUIBA Mustapha qui nous a fait découvrir la SONATRACH et qui nous a accompagnés tout au long de notre stage, qui a manifesté tous ses efforts afin que nous aboutissions. On ne le remerciera jamais assez pour son orientation et sa précieuse aide. Ainsi que ses encouragements.

Nous tenons aussi à remercier messieurs : MEZIANI Toufik, RAHMANI Salah, MEKHNACHE Karim, OURABAH Mourad et AIT KHELIFA Walid, d'avoir accepté de nous faire part de leurs connaissances, pour leurs soutiens et leurs aides.

Nos sincères remerciements à tous ceux qui ont contribué de près ou de loin à la réalisation de ce modeste travail.

Dédicaces

Je dédie ce modeste travail en signe d'expression de tout mon affectation et ma grande gratitude à mon cher aimé PAPA SACI qui nous a quitté tôt, à qui je veux rendre hommage par ce travail, qui m'avait toujours épaulé, soutenu et aimé, que dieu lui accorde sa miséricorde.

A ma chère maman HAKIMA qui m'a donné existence, amour, tendresse, confiance, qui a partagé avec moi tous mes instants de joie et de tristesse et orienté vers le bon sens. Que dieu te prête une bonne santé et une longue vie.

A mes chers frères Sofiane, Abdelhak, et Hamza et mes sœurs Ferroudja, Siham et Wassila pour leurs appui et encouragements, à qui je souhaiterai le bonheur et la réussite.

A mon très cherami WAFI, pour son soutien et encouragements, à qui je souhaiterai tout le bonheur de la vie et beaucoup de réussite.

A mes chers petits neveux : ARIS, RACIM, MEHDI et ISLAM, à qui je souhaiterai un bel avenir.

A mes chers beaux-frères : karim et Naim.

A ma chère binôme FATIMA, à qui je souhaiterai la réussite et le bonheur.

A toute ma famille, mes proches et mes ami(e)s.

A tous ceux qui m'ont aimé et qui ne méritent pas d'être oubliés.

Sara.

Dédicaces

Je dédie ce travail :

A ma très chère maman qui m'a arrosé de tendresse, pour ses encouragements et ses sacrifices, pour son amour qui a fait de moi ce que je suis aujourd'hui. Quoi que je dise, je ne saurai point te remercier comme il se doit.

A mon très cher père, pour son soutien et tous ses sacrifices, et la confiance qu'il m'a accordé au long de mes études.

A mes frères (Abdelkrim, Sofiane, Youba, Ghilas et Mounir), et mes sœurs (Kahina, Lynda, Nabila et Chahinez), qui m'avaient toujours soutenu tout au long de mes études. Les mots ne suffisent guère pour exprimer l'amour et l'affection que je porte pour vous.

A mes chers beaux-frères : Amirouche, Yanis et Sofiane.

A mes chères belles sœurs : Taoues et Lahna.

A mes chers neveux et nièces.

A mes cher(e)s ami(e)s en témoignage de l'amitié qui nous uni et les souvenirs que nous avons passés ensemble.

A ma chère binôme Sara pour sa patience à qui je souhaiterai la réussite et le bonheur.

A tous ceux qui m'aiment, à toute personne qui occupe une place dans mon cœur.

Fatima.

Table des matières

Liste des abréviations	
Liste des figures	
Liste des tableaux	
Introduction générale.....	1
PREAMBULE SONATRACH	
1. Présentation de la SONATRACH.....	3
2. Présentation de la RTC de BEJAIA.....	3
3. Présentation du Terminal Marin de Bejaia (TMB).....	4
3.1 Manifold nord.....	4
3.2 Terminal Sud.....	4
4. Organigramme de la direction régionale de Bejaïa DRGB.....	5
4.1 Département maintenance.....	6
CHAPITRE I : Généralités sur les réseaux électriques	
Introduction.....	8
I.1 Définition d'un réseau électrique.....	8
I.2 Les types du réseau électrique.....	8
I.1.1 Réseau de transport et interconnexion.....	9
I.1.2 Réseau de répartition.....	9
I.1.3 Réseau de distribution.....	10
I.3 Structure topologique d'un réseau électrique.....	10
I.3.1 Réseau à structure radiale.....	10
I.3.2 Réseau à structure bouclée.....	11
I.3.3 Réseau à structure maillée.....	12
I.4 Niveau de tension du réseau électrique.....	13
I.5 Les modes d'alimentation d'un réseau électrique.....	14
I.5.1 Alimentation en simple dérivation.....	14
I.5.2 Alimentation à coupure d'artère.....	15
I.5.2 Alimentation à double dérivation.....	16
I.6 Régime du neutre.....	17
I.6.1 Régime du neutre TT : neutre à la terre.....	18
I.6.2 Régime du neutre IT : neutre isolé.....	19
I.6.3 Régime du neutre TN : mise au neutre.....	20
Conclusion.....	22
CHAPITRE II : Les postes électriques existants	
Introduction.....	23
II.1 Généralités sur les postes électriques.....	23
II.1.1 Objectif des postes électriques.....	23
II.1.2 Les fonctions des postes électriques.....	23
II.2 Les types des postes électriques.....	23
II.2.1 Le poste de transformation.....	24
II.2.2 Les postes d'interconnexion.....	24
II.2.3 Les postes mixtes.....	24

II.2.4 Les postes de distribution	24
II.3 Les différents éléments du poste.....	24
II.3.1 Eléments de protection	24
II.3.1.1 Disjoncteur	24
II.3.1.2 Sectionneur	25
II.3.1.3 Sectionneur mise à la terre	25
II.3.1.4 Parafoudre	26
II.3.2 Eléments de comptage et de mesure	26
II.3.2.1 Transformateur du courant	26
II.3.2.2 Transformateur de tension	27
II.3.3 Eléments de puissance	28
II.3.3.1 Jeu de barre	28
II.3.3.2 Transformateur de puissance	28
II.4 Poste de livraison moyenne tension MT.....	29
II.4.1 Rôle d'un poste de livraison MT/BT	29
II.4.2 Les différents types de poste de livraison	29
II.4.2.1 Les postes d'intérieur	30
II.4.2.2 Les postes d'extérieur	30
II.4.3 Schéma général de poste de livraison MT	30
II.5 Eléments constitutifs d'un poste MT/BT	31
II.6 Présentation du réseau électrique de SONATRACH	31
II.6.1 Présentation du poste de livraison existant à SONATRACH	31
II.6.2 Poste de transformation existant à SONATRACH	32
II.6.3 Sous station électrique existante à SONATRACH	32
II.6.3.1 Les pompes de chargement existantes	32
II.6.3.2 Bâtiment électrique	33
II.7 Schéma unifilaire du réseau électrique de SONATRACH.....	34
Conclusion	35
CHAPITRE III :Les alimentations sans interruption (ASI-UPS)	
Introduction	36
III.1 Définition de l'UPS	36
III.2 Rôle de l'UPS.....	36
III.3 Choix de l'UPS.....	36
III.4 Les contraintes imposées dans l'UPS.....	37
III.4.1 La disponibilité	37
III.4.2 La protection	37
III.4.3 Les Contraintes Electrique	38
III.4.4 Le rendement	38
III.4.5 Le Volume	38
III.4.6 L'Environnement	39
III.4.6.1 La température	39
III.4.6.2 Le bruit	39
III.5 Présentation de l'UPS.....	39
III.5.1 Redresseur	40
III.5.2 Onduleur	40
III.5.3 Batterie	41

III.5.4 By-pass manuel	41
III.5.5 By-pass automatique	41
III.5.6 Interrupteur manuel et disjoncteur de batterie	41
III.5.7 Transformateur d'isolement	42
III.5.8 Bus DC	42
III.5.9 Chargeur batterie	42
III.6 Les types des UPS.....	42
III.6.1 UPS off-line: Attente passive	43
III.6.2 Line-interactive	45
III.6.3 On line: double conversion.....	47
III.7 Caractéristiques et comparaison entre les types UPS :	49
III.8 Classification des UPS	50
III.9 Association des UPS.....	50
III.9.1 UPS mise en parallèle	51
III.9.2 L'UPS en redondance passive	52
III.10 Système de stockage de l'énergie électrique.....	52
III.10.1 Les batteries	53
III.10.2 Les caractéristiques de la batterie	53
III.10.3 Le rôle de la batterie	54
III.10.4 Les composants d de la batterie	54
III.10.5 Les performances de la batterie	55
III.11 Maintenance des UPS.....	55
III.11.1 Maintenance préventive	55
III.11.2 Maintenance corrective.....	57
III.11.3 Système d'alarme	58
III.12 Les UPS existant à SONATRACH	60
Conclusion.....	61
CHAPITRE IV :Etude et dimensionnement de l'UPS	
Introduction	62
IV.1 Bilan de puissance	62
IV.2 Méthodologie du calcul d'un bilan de puissance.....	62
IV.3 Les facteurs de bilan de puissance.....	64
IV.3.1 Facteur d'utilisation K_u	65
IV.3.2 Facteur de simultanéité K_s	65
IV.3.3 Facteur d'extension K_e	65
IV.4 Calcul de bilan de puissance de l'ensemble des équipements informatiques existant à SONATRACH.....	66
IV.4.1 Ancien bloc	66
IV.4.2 Nouveau bloc	69
IV.4.2.1 Rez-de-chaussée	69
IV.4.2.2 1er étage	71
IV.4.2.3 2eme étage	73
IV.5 Dimensionnement de la section de câble.....	74
IV.5.1 Les paramètres qui incluent dans le calcul de la section de câble	75
IV.5.2 Les courants qui influencent sur la section de câble	75

IV.5.2.1 Le courant d'emploi I_b	75
IV.5.2.2 Le courant admissible I_z	75
IV.5.3 Méthode de calcul des sections de Câbles	76
IV.5.4 Calcul de la chute de tension	81
IV.6 Calcul de la section de câble au niveau de la DRGB	83
IV.6.1 Ancien bloc	83
IV.6.2 Nouveau bloc	84
IV.7 Dimensionnement du nouvel onduleur pour la nouvelle salle électrique de la DRGB ...	85
IV.8 Le courant de court-circuit	86
IV.8.1 Définition	86
IV.8.2 Objectif de calcul de I_{cc}	86
IV.8.3 Les caractéristiques de courant I_{cc}	87
IV.8.4 Méthode de calcul de courant I_{cc}	87
IV.8.5 Calcul d' I_{cc} de la nouvelle installation	88
IV.9 Dimensionnement du disjoncteur de la nouvelle installation	91
IV.9.1 Les caractéristiques assignées obligatoires	92
IV.9.2 Disjoncteur magnétothermique	94
Conclusion.....	96
Conclusion générale.....	97
Bibliographie	
Résumé	

Liste des abréviations

DRGB : Direction Régionale de BEJAIA.

BT : Basse Tension.

MT : Moyenne Tension.

CEI : Commission Electrotechnique Internationale.

UPS : Un-interruptible Power Supply.

ASI : Alimentation Sans Interruption.

P_{abs} : Puissance active absorbée.

Q_{abs} : Puissance réactive absorbée.

S : Puissance apparente.

I_b : Courant d'emploi.

P_{utot} : Puissance active totale absorbée.

Q_{abs} : Puissance réactive totale absorbée.

I_{btot} : Courant d'emploi total.

I_{cc} : Courant de court-circuit.

PDC : Pouvoir de coupure.

Liste des figures

Fig I.1 : architecture d'un réseau électrique.....	8
fig I.2 : réseau à structure radiale.	11
Fig I.3 : réseau à structure bouclée.	12
Fig I.4 : réseau à structure maillée.	13
Fig I.5 : alimentation en simple dérivation.	15
Fig I.6 : alimentation à coupure d'artère.	16
Fig I.7 : alimentation à double dérivation.	17
Fig I.8 : régime du neutre TT.	18
Fig I.9 : régime du neutre IT.	19
Fig I.10 : régime du neutre TN-C.	20
Fig I.11 : régime du neutre TN-S.	21
Fig II.1 : disjoncteur d'un réseau à haute tension.	25
Fig II.2 : sectionneur mise à la terre.	25
Fig II.3 : parafoudre.	26
Fig II.4 : transformateur de courant.	27
Fig II.5 : transformateur de tension.	27
Fig II.6 : jeu de barre.	28
Fig II.7 : transformateur de puissance.	29
FigII.8 : schéma unifilaire d'un poste de livraison.	30
Fig II.9 : schéma unifilaire du réseau électrique de SONATRACH.	34
Fig III.1 : schéma général de l'UPS.	39
Fig III.2 : UPS off-line.	43
Fig III.3 : UPS line interactive.	45
Fig III.4 : UPS on-line double conversion.	47

Fig III.5 : trois UPS mis en parallèle en redondance active by-pass automatique unique.	51
Fig III.6 : UPS mises en parallèle en redondance active avec une voie by-pass par une unité d'UPS.	52
Fig III.7 : deux UPS identiques en redondance passive avec by-pass.....	52
Fig III.8 : les composants de la batterie.	54
Fig IV.1 : organigramme de calcul de bilan de puissance	63
Fig IV.2 : schéma unifilaire de l'alimentation d'UPS 20KVA.....	67
Fig IV.3 : schéma unifilaire de l'alimentation de l'UPS de 60KVA.....	70
Fig IV.4 : schéma unifilaire de l'alimentation d'UPS 30KVA.....	72
FigIV.5: schéma unifilaire de l'alimentation d'UPS 30KVA.....	74
Fig IV.6 : organigramme de calcul des sections des câbles.....	76
Fig IV.7 : caractéristiques du disjoncteur.....	96

Liste des tableaux

Tableau (I.1) : la norme NFC 15-100.....	14
Tableau (I.2) : la norme CEI.....	14
Tableau (III.1) : comparaison des UPS.	49
Tableau (III.2) : système d'alarme.	59
Tableau (IV.1) : ordre de grandeurs des coefficients.	65
Tableau (IV.2) bilan de puissance de l'ensemble des serveurs et switches de l'ancien bloc.....	66
Tableau (IV.3) : bilan de puissance de laboratoire.....	67
Tableau (IV.4) : bilan de puissance des équipements informatiques de l'ancien bloc.....	68
Tableau (IV.5) : bilan de puissance équipements informatiques du rez-de-chaussée...	69
Tableau (IV.6) : bilan de puissance des switches et serveurs du rez-de-chaussée.....	70
Tableau (IV.7) : bilan de puissance des équipements informatiques du 1^{er} étage.....	71
Tableau (IV.8) : bilan de puissances des switches du 1er étage.....	72
Tableau (IV.9) : bilan de puissance des équipements informatiques du 2^{ème} étage....	73
Tableau (IV.10) : bilan de puissance des switches du 2eme étage.....	74
Tableau (IV.11) : détermination de la lettre de sélection.	76
Tableau (IV.12) : détermination du facteur de correction K1.	77
Tableau (IV.13) : détermination du facteur de correction K2.	77
Tableau (IV.14) : détermination du facteur de correction K3.	78
Tableau (IV.15) : détermination de la section minimale des conducteurs.....	80
Tableau (IV.16) : tableau simplifié de calcul de chute de tension.	82
Tableau (IV.17) : section de câble de l'ancien bloc.	83
Tableau (IV.18) : section de câble du nouveau bloc.	84

Tableau (IV.19) : bilan puissance de l'ancienne installation.	85
Tableau (IV.20) : caractéristiques du nouvel UPS.	85
Tableau (IV.21) : section de câble de la nouvelle installation.	86
Tableau (IV.22) : tension de court-circuit U_{cc} normalisée pour les transformateurs HTA / BT de distribution publique.....	89
Tableau (IV.23) : disjoncteur de nouvelle installation.	95

Introduction générale

L'énergie électrique est un facteur essentiel du développement et l'amélioration des conditions de vie, elle est devenue un élément vital dans certains domaines spécifiques à savoir le domaine de l'industrie.

Pour que l'énergie puisse alimenter un ensemble d'équipements ou une installation, elle doit être satisfaisante et avoir des caractéristiques et des exigences qui la rendent appropriées aux besoins des utilisateurs tel que : la disponibilité, l'économie, la sécurité, la sûreté, la qualité et surtout la continuité du service.

Toute perturbation de l'alimentation électrique peut entraîner un arrêt brutal des installations et des conséquences sur les unités, la sécurité des personnes et la qualité de l'environnement. L'interruption de l'alimentation est due souvent aux chutes et coupures, variations de tensions brèves ou aux distorsions du courant et de tension.

Dans beaucoup de domaines, les systèmes électroniques utilisent de plus en plus d'application, ils ont besoin d'une énergie électrique de qualité. Ces domaines nécessitent l'absence des microcoupures, d'où il faut prévoir une alimentation auxiliaire qui assume le rôle de la source principale. Lorsque cette dernière subit une perturbation ou une coupure totale. Cette alimentation est appelé alimentation sans interruption.

Les alimentations sans interruptions ASI (UPS en anglais) sont apparues au début des années 1970 en raison du besoin d'avoir et de fournir une alimentation électrique de qualité. Les UPS ont subi d'importance d'évolution. Aujourd'hui, les UPS font partie intégrante de la distribution de l'énergie électrique aux utilisateurs, elles représentent un atout fondamental. Les UPS alimentent les charges sensibles qui ne doivent pas être mises hors tension soudainement tel que les équipements informatiques.

Au niveau de la SONATRACH de BEJAIA, il existe plusieurs UPS de différentes marques de fabricant, de différentes puissances et architectures qui alimentent les équipements informatiques de la DRGB. Ces UPS sont mal dimensionnés et sous utilisés, ainsi que les endroits de leurs emplacements ne sont pas adéquats pour ce genre d'équipements.

L'objectif de notre travail est de dimensionner un seul UPS qui pourra alimenter l'ensemble des équipements informatiques de la DRGB, tel que cet UPS sera installé dans la nouvelle salle électrique qui est un projet à réaliser dans le futur.

Pour cela notre travail est organisé comme suit :

Chapitre 01 : est consacré sur les généralités sur les réseaux électriques.

Chapitre 02 : est consacré sur la présentation des postes électriques existant.

Chapitre 03 : est consacré sur la présentation des UPS.

Chapitre 04 ; est consacré sur le calcul du bilan de puissance, le dimensionnement de la section de câble et le dimensionnement du disjoncteur.

Et on terminera par une **conclusion générale**.

PREAMBULE

SONATRACH

1. Présentation de la SONATRACH :

SONATRACH : société nationale du transport et de la commercialisation des hydrocarbures, a été créée le 31/12/1963 pour être l'instrument de l'intervention de l'état dans le secteur pétrolier aux côtés de compagnies françaises.

Elle devient une société nationale pour la recherche, la production, le transport, la transformation et la commercialisation des hydrocarbures. Le réseau du transport qui appartient à la SONATRACH s'étend sur tout le territoire national. Avec 28 canalisations, ces pipelines relient le Sud au Nord et acheminent les hydrocarbures non raffinés.

Afin d'assurer une meilleure efficacité organisationnelle et économique, la SONATRACH fut divisée en 18 entreprises nationales, parmi lesquelles on cite : NAFTAL, ENIP, ENAC, NAFTEC...etc.

2. Présentation de la RTC de BEJAIA :

La Région Transport Centre Bejaïa est l'une des sept (07) régions qui composent l'activité du Transport par Canalisations des hydrocarbures (RTC). Elle est chargée du Transport par Canalisations (deux oléoducs et un Gazoduc), le stockage et la livraison des hydrocarbures par l'exploitation d'un Port Pétrolier, mis à la disposition de la Société de gestion des terminaux à hydrocarbures. Le réseau du Transport par Canalisation (RTC) Bejaïa se compose de :

- L'Oléoduc Haoud El Hamra (HEH) /Bejaïa qui est appelé OB1 (24''/22 '' de diamètre et 668 km de long). Il est utilisé pour le transport simultané de brut et de condensat (transport par bouchon).
- L'Oléoduc Béni Mansour Sidi Rezine est dévié en 2005 par le DOG1 de 20'' de diamètre.
- Un gazoduc (GG1) pour le transport du Gaz naturel de 42'' de diamètre (HassiR'mel/Issers).

3. Présentation du Terminal Marin de Bejaia (TMB) :

Le Terminal Marin de Bejaïa est constitué de plusieurs structures dirigeantes organisées d'une façon efficace, ce qui lui permet de bien gérer les parcs de stockage et bien mener les différentes tâches de l'entreprise.

Le terminal Marin de Bejaia est l'extrémité de l'itinéraire de la ligne OB1, il est utilisé pour la réception et le stockage de grandes quantités du pétrole brut et du condensat (auparavant) destiné à l'exploitation est divisé en deux parties :

3.1 Manifold nord :

Il contient 12 bacs à toit flottant de capacité volumique de 35 000 m³ divisé en 6 unités, Ce sont des réservoirs cylindriques verticaux en acier qui sont utilisés pour le stockage des produits pétroliers, leurs formes ne sont autre que celle d'une grande cuve fermée dotée d'un toit.

C'est un réseau de tuyaux équipé d'un ensemble de vannes qui permet de :

- Relier n'importe quel bac à n'importe quelle pompe (pour le remplissage et la vidange).
- Isoler les parties de la station pour faire des travaux de maintenance.
- Choisir la pompe ou les pompes avec lesquelles on veut pomper le produit.

Le manifold d'arrivéest composé de collecteurs et d'électrovannes pour contrôler l'écoulement du produit (la source d'aspiration, la destination de refoulement et le chemin choisi pour le passage du produit).

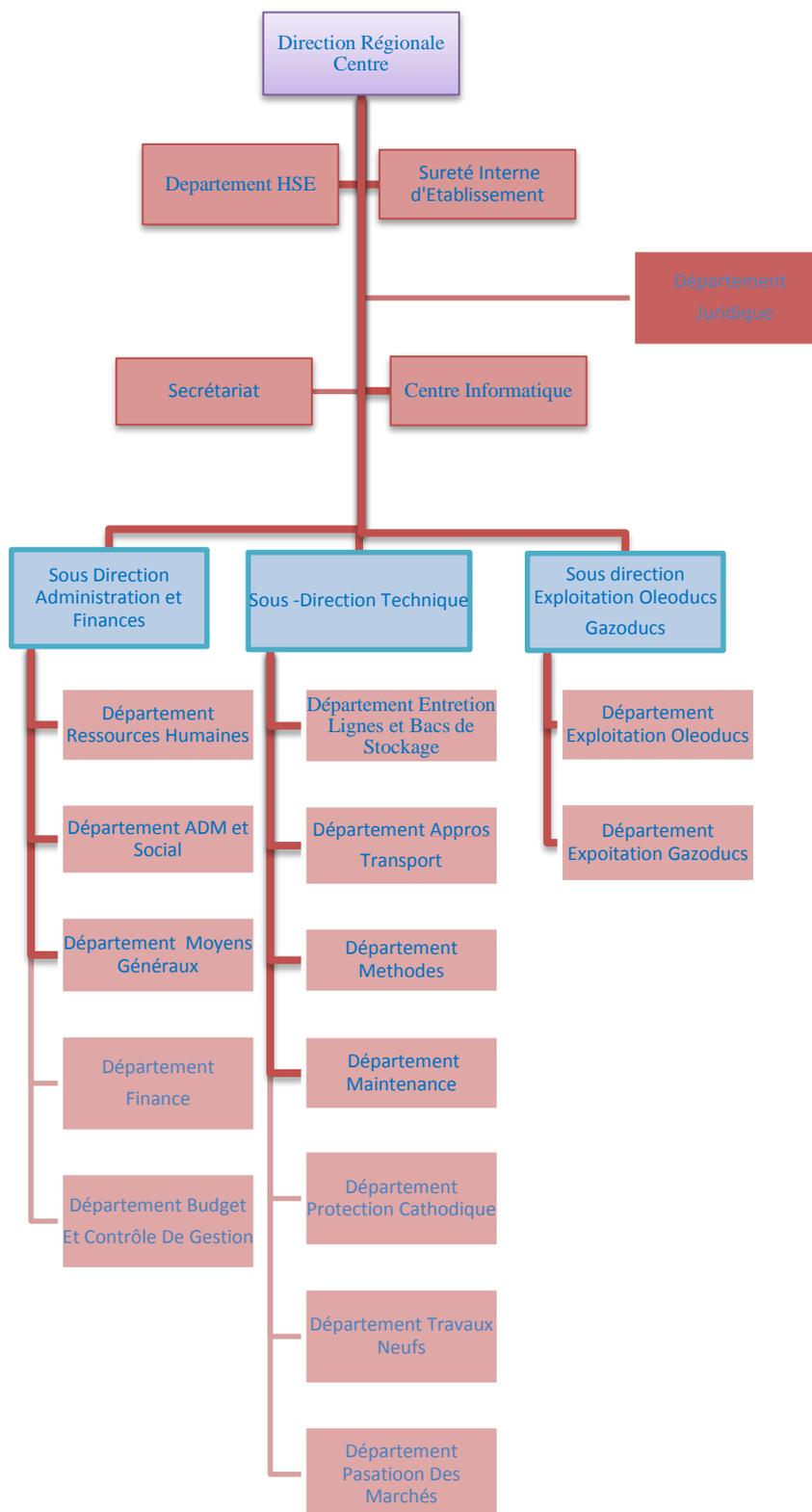
3.2 Terminal Sud :

Il est composé de :

- 04 bacs de stockage, à toits flottants, d'une capacité de 50 000m³, d'un volume utile de 45 000m³ et un stock mort de 5000m³ chacun de diamètre nominal 56m de hauteur cylindrique totale 14,650m.

- Le manifold sud qui contient de plus un SKID de comptage par rapport à celui du nord, pour le chargement en mer.

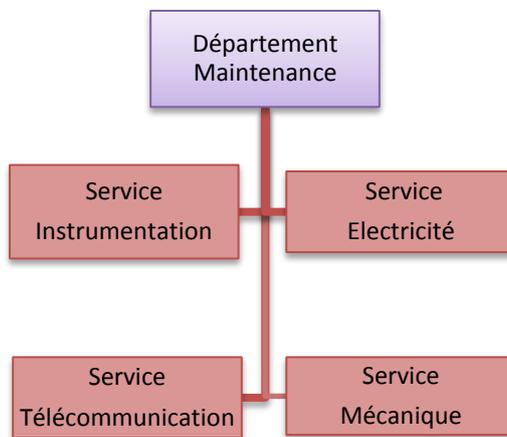
4. Organigramme de la direction régionale de Bejaïa DRGB :



4.1 Département maintenance :

Le département maintenance est chargé de l'entretien de la ligne et s'occupe

De toutes les opérations de maintenance. Sa structure est représentée comme suit :



❖ Service instrumentation :

Il assure la disponibilité des instruments (appareils de mesure et de contrôle) installés sur toute la ligne.

❖ Service mécanique :

Ce service s'occupe essentiellement de la maintenance des parties mécaniques des équipements principaux des stations, ses fonctions principales sont :

- ✓ Achat d'investissement mécanique.
- ✓ Achat direct de pièces de rechange.
- ✓ Veiller à l'exécution du plan prévisionnel préventif.
- ✓ Veiller au bon fonctionnement des machines tournant.

❖ Service télécommunication :

Il s'occupe de 3 types d'équipements :

- ✓ Radios fixes et mobiles.

- ✓ Réseau téléphonique de 400 lignes extensible à 1000lignes.
- ✓ Réseau télégraphique.

❖ **Service électricité :**

Ce service s'occupe de trois types d'équipements :

- ✓ Equipements industriels.
- ✓ Equipements électroniques.
- ✓ Equipementsconditionnements.

CHAPITRE I

Généralités sur les réseaux électriques

Introduction :

Un réseau électrique (ou une installation électrique) est destiné à acheminer de l'énergie électrique produite par la source vers la charge.

Avant d'entamer une étude sur un réseau électrique, il est nécessaire de définir ses caractéristiques générales et ses normes de conception.

Ce chapitre consiste à présenter des notions fondamentales sur les réseaux électriques.

I.1 Définition d'un réseau électrique :

Un réseau électrique est constitué d'un ensemble des éléments (composants) interconnectés suivant un schéma déterminé pour transmettre de l'énergie électrique provenant d'une source d'alimentation pour alimenter le récepteur. Le réseau peut se situer dans un bâtiment à usage d'habitation, industriel, commercial...etc.

L'ensemble d'un réseau électrique industriel est caractérisé à chaque nœud et au niveau de chaque consommateur et producteur.

I.2 Les types du réseau électrique :

Les réseaux électriques sont partagés en trois types selon la figure suivante :

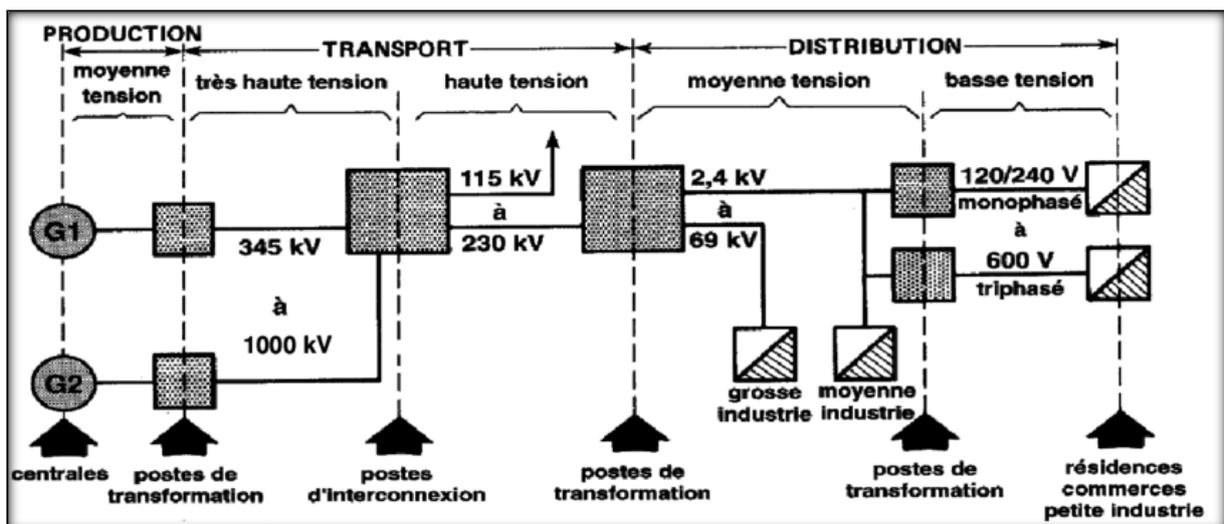


Fig I.1 : architecture d'un réseau électrique.

I.1.1 Réseau de transport et interconnexion :

C'est un réseau de transport de haute tension de niveau B(HTB) : ($50\text{KV} < U < 400\text{KV}$), où les centrales de production de l'énergie électrique sont installées. Ce réseau a une architecture maillée, ce qui garantit la sûreté et la sécurité de fonctionnement et la continuité du service. Au cas où d'une perte dans la ligne électrique, transformateur ou dans le groupe de production cela n'entraîne aucune coupure d'électricité.

Ce réseau a pour but de :

- Transporter l'énergie électrique où les distances sont longues en grande quantité. (Réseau de transport).
- Interconnecter entre les centres de production et les centres de consommation (réseau d'interconnexion).

II.1.2 Réseau de répartition :

C'est un réseau d'où la tension est entre $30\text{KV} < U < 150\text{KV}$, il relie entre le réseau de transport et le réseau de distribution, il doit donc assurer l'alimentation du territoire qu'il dessert qui sont généralement des zones de consommation. Ce réseau a une topologie bouclée, ce qui permet l'acheminement de l'énergie électrique et garantit la sécurité, ainsi que cette architecture assure le fonctionnement en permanence même lors d'une défaillance sur la ligne.

Les principales caractéristiques de ce réseau sont les suivantes :

- ✓ Neutre à la terre par réactance ou transformateur de point neutre.
- ✓ Limitation du courant neutre à 1500A pour une tension de 90KV.
- ✓ Limitation du courant neutre à 1000A pour une tension de 63KV.

Ce réseau a pour rôle de :

- Répartir l'énergie électrique réceptionnée à l'échelle régionale où les distances sont courtes vers les consommateurs de grandes puissances.

II.1.3 Réseau de distribution :

C'est un réseau qui alimente l'ensemble des consommateurs. Il existe plusieurs types de configurations mais toutes ont une structure radiale ou arborescente.

Dans le réseau de distribution, il existe deux sous-niveaux de tensions :

- Les réseaux à haute tension HTA de 30KV à 50KV :

Les principales caractéristiques de ce réseau sont les suivantes :

- ✓ Neutre à la terre par une résistance.
 - ✓ Limitation du courant neutre à 300 A pour les réseaux aériens.
 - ✓ Limitation du courant neutre à 1000A pour les réseaux souterrains.
 - ✓ Réseaux souterrains en boucle ouverte.
- Les réseaux de distribution à basse tension BTA de 230 à 400V .

Les principales caractéristiques de ce réseau sont les suivantes :

- ✓ Neutre directement à la terre.

Une topologie particulière est celle des réseaux radiaux utilisés pour les milieux ruraux pour alimenter les consommateurs éloignés et situés au bout de ligne.

I.3 Structure topologique d'un réseau électrique :

La structure d'un réseau électrique est différente d'un réseau à un autre selon : la fiabilité, la flexibilité, la maintenance ainsi que les coûts d'investissements et d'exploitations.

On distingue trois types de structures topologiques :

I.3.1 Réseau à structure radiale :

C'est une structure arborescente qui représente un réseau ou partie d'un réseau entièrement ou particulièrement constitué de lignes en antennes. La configuration de ce type de réseau est utilisée dans l'exploitation des réseaux de distribution MT et BT. L'énergie transportée vers le consommateur y parvient par un seul parcours. Cette topologie est utilisée

généralement dans les distributions aériennes rurales, dans les postes sur poteau et dans les distributions aériennes industrielles.

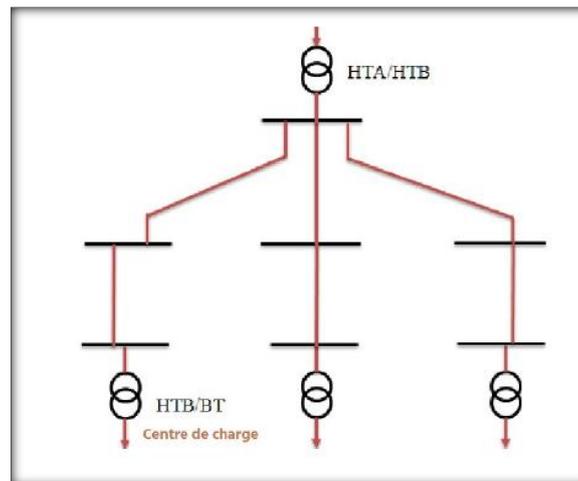


Fig I.2 : réseau à structure radiale.

Avantage :

- Architecture très simple.
- Réseau économique.
- Protection et commande simple.
- Etude et construction simple.

Inconvénients :

- Faible continuité du service.
- L'interruption du service peut être longue durant la réparation.
- Chute de tension importante par rapport aux autres topologies.

I.3.2 Réseau à structure bouclée :

C'est un réseau qui est constitué d'un ensemble de boucles fermées tel que chaque boucle contient un nombre de sources limité. L'énergie transportée vers le consommateur y parvient donc par plusieurs parcours. Cette topologie est utilisée pour les réseaux de répartition.

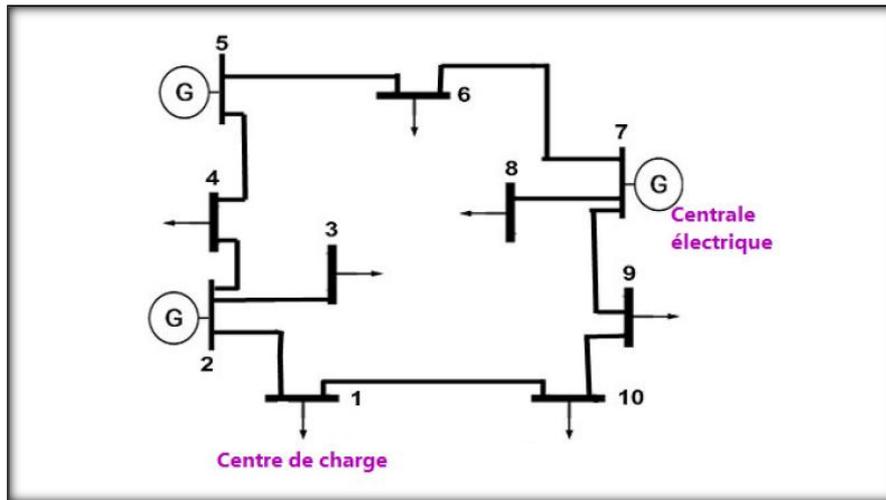


Fig I.3 : réseau à structure bouclée.

Avantage :

- Continuité du service assurée.

Inconvénients :

- Cout de réalisation chère.
- Système de protection complexe.

I.3.3 Réseau à structure maillée :

C'est un réseau à lignes bouclées qui forment une structure analogue aux mailles. Dans ce réseau, lorsque une ligne ne fonctionne pas, l'énergie transportée se redirigera simplement vers une autre ligne afin d'y arriver vers le consommateur. Cette topologie est utilisée pour les réseaux de distribution à basse tension BT et pour le réseau de transport. Cette structure est plus sûre mais elle est difficile pour l'exploitation, cependant les organes de coupures ouverts permettent une exploitation radiale plus simple.

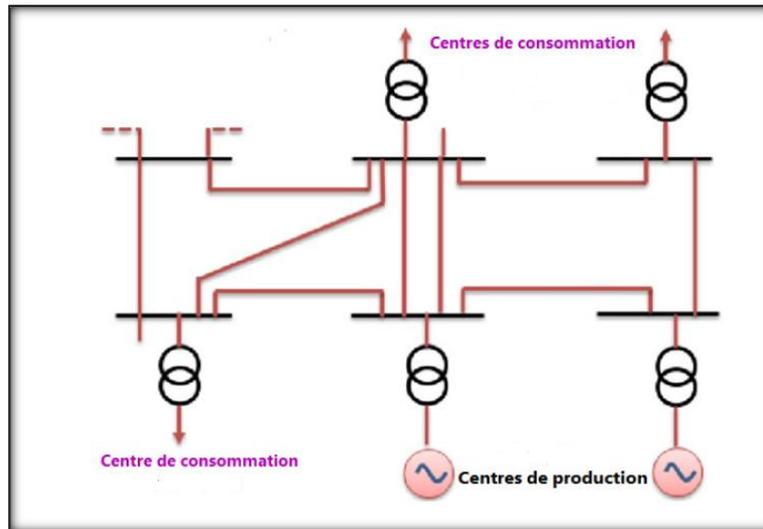


Fig I.4 : réseau à structure maillée.

Avantage :

- La disponibilité de l'alimentation en énergie aux consommateurs (continuité de service).
- Sécurité d'exploitation.
- La stabilité et la qualité de l'énergie électrique.

Inconvénients :

- Réalisation chère et coûteuse par rapport aux autres structures.
- Etude complexe.
- La mise en place de cette topologie est difficile de plus en plus en fonction des lignes installées.

I.4 Niveau de tension du réseau électrique :

Les éléments constituant un réseau électrique sont classés selon leurs domaines de tension, les installations électriques doivent répondre à des réglementations internationales. Avant de réaliser une installation électrique, il faut prendre en considération certaines contraintes. Les niveaux de tension sont définis par :

Tableau (I.1) : la norme NFC 15-100.

Domaine de tension		Tension alternative	Valeurs usuelles
Très basse tension	TBT	$U \leq 50V$	12-24-48V
	BTA	$50 < U \leq 500V$	230-400V
Basse tension	BTB	$500 < U \leq 1000V$	690V
	HTA1	$1 < U \leq 40KV$	5.5-6.6-10-15-20-33KV
Haute tension A			
	HTA2	$40 < U \leq 50KV$	40.5KV
Haute tension B	HTB1	$50 < U \leq 130KV$	63-90KV
	HTB2	$130 < U \leq 350KV$	150-225KV
	HTB3	$350 < U \leq 500KV$	400KV

Domaine de tension		Tension	Valeurs usuelles
Basse tension	BT	$100 < U \leq 1000V$	400-690-1000V
Moyenne tension	MT	$1 < U \leq 35KV$	3.3-6.6-11-22-33KV
Haute tension	HT	$35 < U \leq 230KV$	45-66-110-132-150-220KV

Tableau (I.2) : la norme CEI.

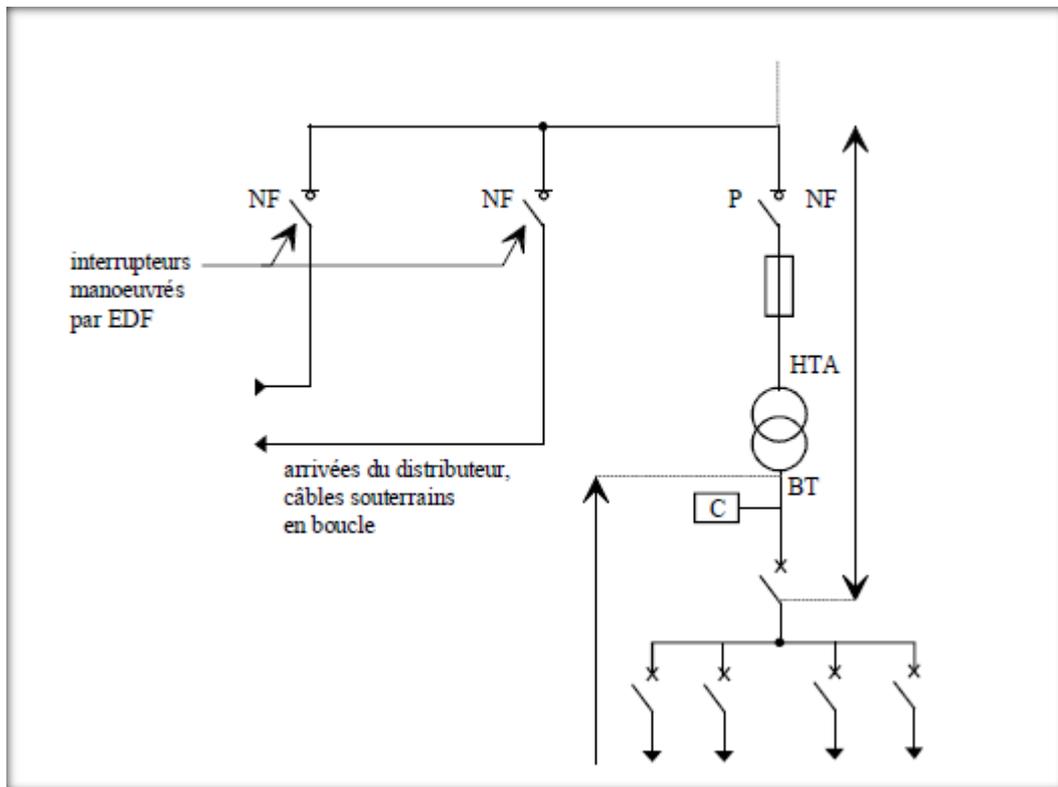
I.5 Les modes d'alimentation d'un réseau électrique :

Les modes d'alimentation utilisés sont les trois suivants :

I.5.1 Alimentation en simple dérivation :

Appelée aussi alimentation en antenne, c'est une alimentation simple principalement utilisée dans les zones rurales, en réseau aérien. Ce type du réseau permet une alimentation unique par le distributeur. Le récepteur est privé de l'alimentation lors de la réparation de ce réseau dans un défaut sur un tronçon du câble ou un poste.

souterrains. Lors d'un défaut aperçu sur un tronçon de câble ou dans un poste, les appareils de protection ou de sectionnement s'ouvrent afin d'isoler le tronçon de câble et la boucle se réalimente à travers la ré-fermeture du disjoncteur par un autre poste.



FigI.6 : alimentation à coupure d'artère.

Avantage :

- Alimentation fiable.

Inconvénients :

- Plus onéreux.

I.5.2 Alimentation à double dérivation :

C'est une structure radiale en antenne bouclée. Cette alimentation assure une continuité du service optimale. Dans cette alimentation chaque poste ou ligne prend une source à partir d'un câble principal et un câble de secours tel que au cas où un défaut est apparu, le poste ou la

ligne peut être basculée vers le câble de secours, cela est réalisé soit automatiquement, soit manuellement.

Les organes de coupures sont installés entre la ligne pour faciliter les manœuvres lors de la maintenance ou l'élimination du défaut.

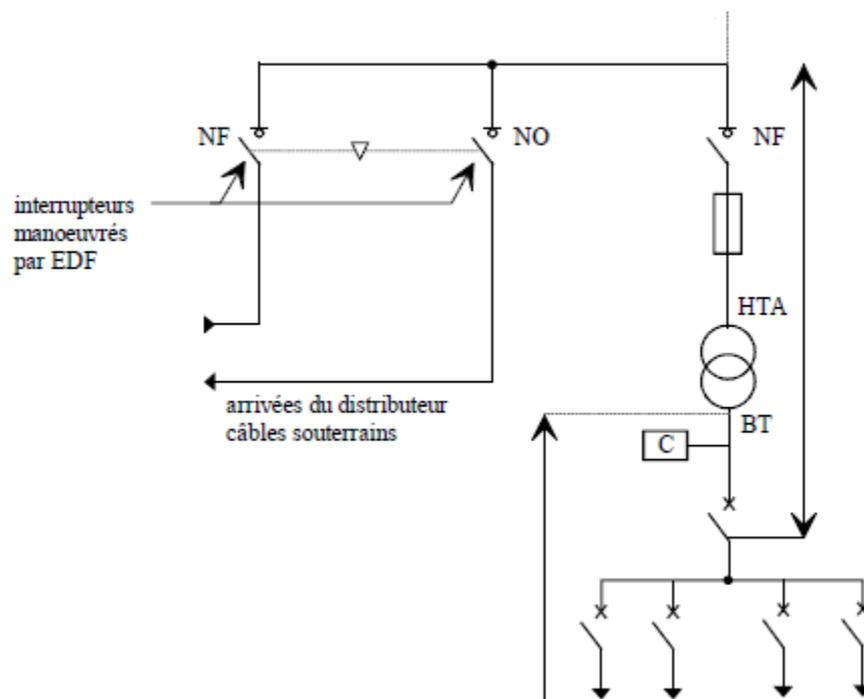


Fig I.7 : alimentation à double dérivation.

Avantage :

- Réalimentation automatique par le réseau de secours après un temps de coupure déterminé sur le réseau normal.

Inconvénients :

Deux cellules c'est à dire : plus de relais, plus de mécanisme d'inversion automatique.

I.6 Régime du neutre : [1]

La norme NFC-15-100 définit trois régimes et chaque régime est défini par deux lettres :

La première lettre définit la liaison à la terre du secondaire du transformateur (très généralement le point-neutre).

La deuxième lettre définit la liaison à la terre des masses.

I.6.1 Régime du neutre TT : neutre à la terre :

TT : première lettre **T** indique le raccordement du neutre à la terre (coté transformateur), la deuxième lettre **T** indique le raccordement des masses à la terre (coté utilisateur).

L'utilisation de ce régime du neutre est imposée pour la distribution publique basse tension

Lors d'un défaut d'isolement, il y a une coupure automatique de toute ou une partie de l'alimentation de l'ensemble de récepteurs : c'est la coupure au premier défaut.

Un appareil différentiel à courant résiduel (DDR) est placé à l'origine de l'installation pour protéger les biens et les personnes et la prévention des risques d'incendie pour une sensibilité égale ou supérieure à 300 mA.

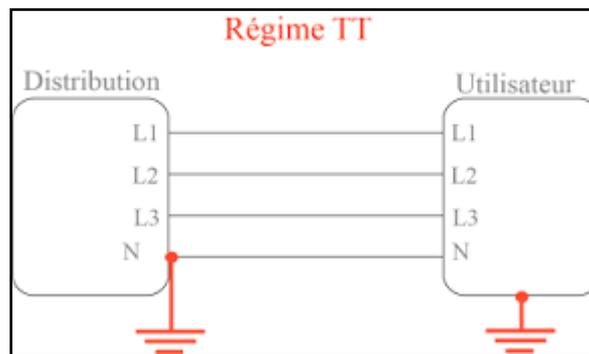


Fig I.8 : régime du neutre TT.

Avantage :

- C'est un régime simple.
- Pas de risque d'incendie.
- Facilité de maintenance, contrôle et exploitation.
- Coupure au premier défaut.

Inconvénients :

- Absence d'alimentation lors d'un défaut d'isolement.

I.6.2 Régime du neutre IT : neutre isolé :

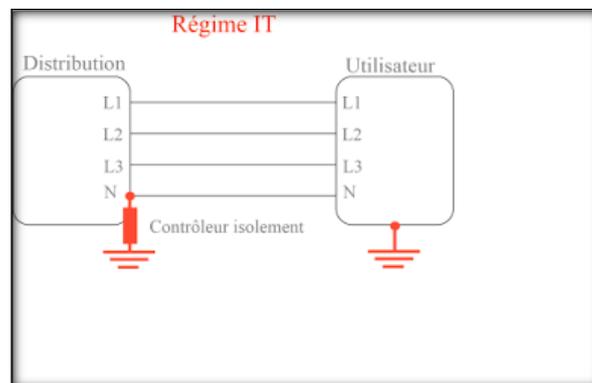
IT : première lettre **I** indique l'isolement du neutre de la terre (coté transformateur), la deuxième lettre **T** indique le raccordement de masse à la terre (coté utilisateur).

Ce régime du neutre est utilisé lorsque la coupure du premier défaut d'isolement est préjudiciable au bon fonctionnement d'une exploitation ou à la sécurité des personnes.

Lors du premier déclenchement, le courant entre phase et masse est très faible et la tension ne présente pas de danger mais il doit être cherché et éliminé.

Le premier défaut d'isolement est signalé par un contrôleur permanent d'isolement qui contrôle et mesure l'isolement global des réseaux alternatifs à neutre isolé ou impédant.

La coupure du deuxième défaut est assurée par les organes de protection contre les surintensités ou par les dispositifs différentiels.



FigI.9 : régime du neutre IT.

Avantage :

- Continuité du service lors du premier défaut.

Inconvénients :

- Nécessite un personnel pour la surveillance.

- Nécessite un bon niveau d'isolement des réseaux.

I.6.3 Régime du neutre TN : mise au neutre :

TN : la première lettre **T** indique le raccordement du neutre à la terre (coté transformateur), la deuxième lettre **N** indique le raccordement de masse au neutre (coté utilisateur).

Ce régime du neutre est adapté aux installations admettant une coupure au premier défaut d'isolement.

Il existe deux régimes TN :

- **Régime TN-C :**

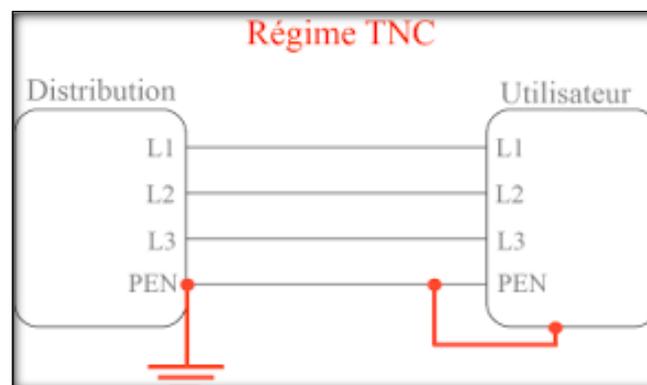
TN-C : la troisième lettre indique que les conducteurs de protection PE et le neutre N sont confondus.

Dans ce régime du neutre, la masse est reliée au neutre et le neutre est relié à la terre.

Le conducteur de protection électrique PE et le conducteur du neutre N sont confondus en un seul conducteur PEN.

Le conducteur PEN doit être raccordé aux masses des récepteurs, il ne doit pas être coupé ni comporter des appareillages à part les appareillages de protections.

Les conducteurs PEN doivent avoir une section supérieure ou égale à 10mm² en cuivre et à 16 mm² en aluminium.



FigI.10 : régime du neutre TN-C.

- **Régime TN-S :**

TN-S : la troisième lettre indique que les conducteurs PE et le neutre N sont séparés.

Dans ce régime du neutre le conducteur de protection électrique PE et le conducteur neutre N ne sont pas confondus. Le conducteur PE n'est pas coupé, mais le neutre peut être coupé. Les conducteurs du neutre sont généralement sectionnés mais pas protégés et leurs sections sont obligatoirement au moins égale à celle des phases correspondantes.

Un réseau TN-S peut être créé en aval d'un réseau TN-C mais le contraire n'est pas possible.

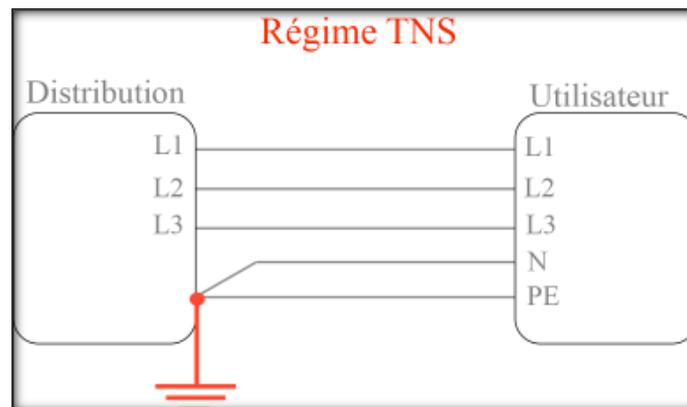


Fig I.11 : régime du neutre TN-S.

Avantage :

- Déclenchement obligatoire au premier défaut d'isolement éliminé par le dispositif de protection contre les surintensités.
- Economie des conducteurs.
- Le dispositif différentiel à courant résiduel (DDR) dans les grandes longueurs à petites sections.

Inconvénients :

- Il nécessite un personnel compétent pour la surveillance.
- Les risques d'incendies sont accentués du fait l'importance des courants de défaut.

Conclusion :

Dans ce chapitre, nous avons présenté le réseau électrique en général : ses différents types, topologies et les modes d'alimentation.

Un réseau de transport est souvent maillé alors que le réseau de distribution est souvent bouclé. La distribution MT se fait souvent en double dérivation ou en coupure d'artère pour les milieux urbains et en simples dérivation pour les zones rurales.

L'alimentation effectuée par le réseau électrique est faite à partir des postes de livraison, c'est ce que nous allons voir dans le prochain chapitre.

CHAPITRE II

Les postes électriques existants

Introduction :

Les postes électriques jouent un rôle important dans toutes les installations électriques. En effet, ils reçoivent, transforment et repartissent de l'énergie électrique. Aussi, ils assurent une grande liaison entre les centres de production de l'énergie électrique et les zones de consommation. Les entreprises industrielles sont généralement alimentées par une très haute tension (HTA), l'étendue de leur site les oblige à créer un réseau à moyen tension.

II.1 Généralités sur les postes électriques :

Un poste électrique est un ensemble des nœuds où les différentes branches du réseau sont interconnectées.

II.1.1 Objectif des postes électriques :

- Transiter la puissance d'un niveau de tension à un autre.
- Reconfigurer le réseau : raccorder de plusieurs réseaux et interconnecter entre les différentes lignes.
- Réglage de tension.
- Comptage de puissance.
- Surveillance et protection.

II.1.2 Les fonctions des postes électriques :

Les postes sont classés selon leurs fonctions à accomplir :

- La transformation de l'énergie électrique en différents niveau de tension.
- L'interconnexion entre les différentes lignes électriques.

II.2 Les types des postes électriques :

On distingue :

II.2.1 Le poste de transformation : poste source :

Elément du réseau qui transmet et distribue de l'énergie électrique. Son principe de fonctionnement consiste à collecter de l'énergie électrique des centrales de production et la transmettre vers les consommateurs, soit en abaissant de la tension (transformateur abaisseur), soit en élevant cette dernière (transformateur élévateur), selon le besoin afin qu'elle puisse être consommée par le récepteur.

II.2.2 Les postes d'interconnexion :

Elément du réseau qui permet d'interconnecter plusieurs lignes électriques de même tension et qui peuvent être aiguillées afin que l'énergie électrique circule entre les différentes lignes. Les postes d'interconnexion facilitent le transport d'énergie électrique.

II.2.3 Les postes mixtes :

Elément du réseau qui a pour but d'assurer une fonction dans le réseau d'interconnexion et qui comporte en outre un ou plusieurs étages de transformations.

II.2.4 Les postes de distribution :

Elément du réseau qui sert à transmettre de l'énergie électrique en élevant le niveau de tension et la distribuer en abaissant cette dernière.

II.3 Les différents éléments du poste :**II.3.1 Eléments de protection :****II.3.1.1 Disjoncteur :**

Est un appareil qui peut interrompre des courants importants, qu'il s'agit du courant normal ou des courants des défauts. Il peut donc être utilisé comme un gros interrupteur, commandé sur place par un bouton poussoir ou télécommandé. Aussi, il sert à interrompre les forts courants de court – circuit. Il joue le même rôle qu'un fusible.



FigII.1 : disjoncteur d'un réseau à haute tension.

II.3.1.2 Sectionneur :

La fonction principale d'un sectionneur haute tension est de pouvoir séparer un élément d'un réseau électrique (ligne à haute tension, transformateur, portion de poste électrique, ...) afin de permettre à un opérateur d'effectuer une opération de maintenance sur cet élément sans risque de choc électrique.

II.3.1.3 Sectionneur mise à la terre :

Ce sont des interrupteurs de sécurité qui isolent un circuit et qui grâce à leur mise à la terre empêchent l'apparition de toute tension sur une ligne pendant les réparations.



FigII.2 : sectionneur mise à la terre.

II.3.1.4 Parafoudre :

Des appareils destinés à limiter la surtension imposée aux transformateurs, instruments et machines électriques par la foudre et par les manœuvres de commutation. Le parafoudre est installé sur les pylônes d'arrivée de la ligne.



FigII.3 : parafoudre.

II.3.2 Eléments de comptage et de mesure :

II.3.2.1 Transformateur du courant :

Selon la définition de la Commission Electrotechnique Internationale (CEI), un transformateur du courant est « un transformateur de mesure dans lequel le courant secondaire est, dans les conditions normales d'emploi, pratiquement proportionnel au courant primaire et déphasé par rapport à celui-ci d'un angle voisin de zéro pour un sens approprié des connexions ». On trouve deux types :

Transformateur à primaire bobiné.

Transformateur du courant à passages ou tores.

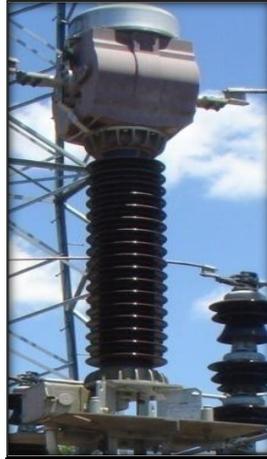


Fig II.4 : transformateur de courant.

II.3.2.2 Transformateur de tension :

Selon la définition donnée par la Commission Electrotechnique Internationale(CEI), un transformateur de tension est un « transformateur de mesure dans lequel la tension secondaire est, dans les conditions normales d'emploi, pratiquement proportionnelle à la tension primaire et déphasée par rapport à celle-ci d'un angle voisin de zéro, pour un sens approprié des connexions ».

Ils ont deux types, selon leur raccordement :

- Phase/phase : primaire raccordé entre deux phases.
- Phase/terre : primaire raccordé entre une phase et la terre.



Fig II.5 : transformateur de tension.

II.3.3 Eléments de puissance :

II.3.3.1 Jeu de barre :

C'est un conducteur en aluminium ou en cuivre à ouvrage électrique triphasé dominant sur la longueur du poste. Il permet de relier entre eux les départs de même tension qui y aboutit, ainsi qu'il réalise une concentration d'énergie électrique et l'organisation de l'écoulement de puissance vers les lignes et les transformateurs.



Fig II.6 : jeu de barre.

II.3.3.2 Transformateur de puissance :

Selon la Commission Electrotechnique Internationale, un transformateur de puissance est : « un appareil statique à deux enroulements ou plus qui par induction électromagnétique, transforme un système de tension et courant alternatif en un autre système de tension et courant de valeurs généralement différentes, à la même fréquence, dans le but de transmettre de la puissance électrique ». C'est un appareil essentiel dans l'exploitation des réseaux électriques.



FigII.7 : transformateur de puissance.

II.4 Poste de livraison moyenne tension MT :

Un poste de livraison à comptage MT est un élément principal de l'installation électrique qui, est raccordé à un réseau de distribution publique sous une tension nominale de 1 à 35 KV. Ce poste regroupe des équipements qui ont pour but d'assurer le bon fonctionnement de l'installation.

II.4.1 Rôle d'un poste de livraison MT/BT :

Le poste de livraison est essentiellement constitué de l'appareillage et d'un ou plusieurs transformateurs permettant d'assurer les fonctions suivantes :

- Dérivation du courant sur le réseau.
- Protection des transformateurs coté MT.
- Transformation MT/BT.
- Protection des transformateurs coté BT.
- Comptage d'énergie.

II.4.2 Les différents types de poste de livraison :

On peut classer les postes de livraison en deux catégories selon leurs installations :

II.4.2.1 Les postes d'intérieur :

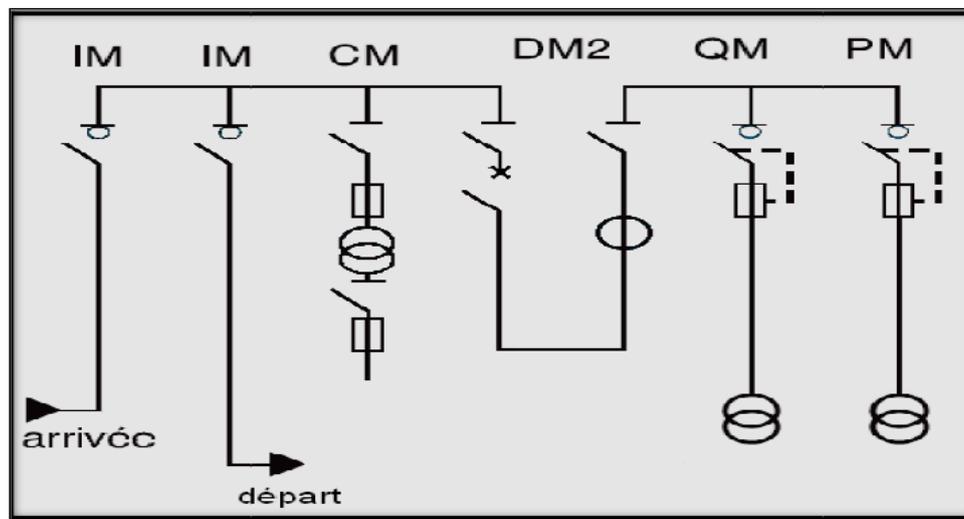
- Dans les locaux spécialisés ou des immeubles.
- Dans des postes en cellules préfabriquées métalliques.
- Dans des postes ouverts maçonnés ou préfabriqués.

L'installation d'un poste de livraison en intérieur est généralement utilisée pour protéger l'appareillage HT et BT du poste contre les fortes variations de température, ou dans le cas de puissances importantes.

II.4.2.2 Les postes d'extérieur :

Poste avec des enveloppes maçonnées où : en bas de poteau la puissance est de 100 à 250 KVA, en poste impact la puissance est de 160 à 1250 KVA.

II.4.3 Schéma général de poste de livraison MT :



FigII.8: schéma unifilaire d'un poste de livraison.

Ce type de poste comprend :

- Une cellule d'arrivée (réseau) IM.
- Une cellule départ (réseau) IM.
- Une cellule Comptage et mesure CM.

- Une cellule de protection générale par disjoncteur double sectionnement DM2.
- Une ou plusieurs cellules de protection individuelles par des QM.

II.5 Eléments constitutifs d'un poste MT/BT :

- Une ou plusieurs travées de lignes MT.
- Un ou plusieurs transformateurs.
- Des résistances ou bobines du neutre destinées à mettre à la terre du secondaire du transformateur.
- Eventuellement des inductances de limitation du courant de court-circuit.
- Un ou plusieurs transformateurs MT/BT servants à l'alimentation des services.
- Auxiliaires à courants alternatif.
- Un ou plusieurs sources de courant continu.
- Des circuits BT de commande, de contrôles et de protection.

II.6 Présentation du réseau électrique de SONATRACH :

Le réseau électrique de SONATRACH est alimenté par deux lignes aériennes de haute tension (HT) de SONELGAZ, tel que chacune est de 30 KV.

II.6.1 Présentation du poste de livraison existant à SONATRACH :

La ligne de SONELGAZ alimente en premier le jeu de barre (de poste de livraison) de :

- Tension de 30 KV.
- Courant de 1250 A.
- Fréquence 50 HZ.

Le poste de livraison de SONATRACH est équipé de :

- Disjoncteur : pouvoir de coupure à 1250 A.

- Une cellule pour le comptage.
- Un système de verrouillage électrique (interlock) entre les deux réseaux d'arrivées.
- UPS : alimente les différents auxiliaires du poste de livraison.

II.6.2 Poste de transformation existant à SONATRACH :

La ligne alimente un jeu de barre équipé de :

- Deux transformateurs de puissance : 30 KV/5.5 KV ,5.5 MVA : alimentent un tableau de moyenne tension équipée d'un système de verrouillage qui permet la disponibilité de l'énergie en cas d'une panne.

- Un transformateur de puissance 30 KV/0.4KV : alimente un tableau de basse tension.
- Deux Impédances de mise à la terre : pour limiter les courants de court-circuit.
- Câbles de section 150 mm² ,240 mm².
- UPS : alimente les différents auxiliaires du poste de transformation.

II.6.3 Sous station électrique existante à SONATRACH :**II.6.3.1 Les pompes de chargement existantes :**

Le réseau de moyenne tension 5.5 KV comprend :

- Contacteur : 400 A.
- Sectionneur : 160 A.
- Disjoncteur : pouvoir de coupure 630 A.
- Câble de section : 35 mm².

Ce réseau alimente deux SOFT STARTER équipé chacun d'un fusible (160 A) et un contacteur (400 A) dont les démarrages des SOFT STARTER est un démarrage progressif.

Cette ligne alimente des moteurs asynchrones qui entraînent sept pompes à différentes puissances :

4 pompes: $P=515 \text{ KW}$, $I=68 \text{ A}$

1pompe: $P=317\text{KW}$, $I=41,5 \text{ A}$

2pompes : $P=368\text{KW}$, $I=47,5\text{A}$

II.6.3.2 Bâtiment électrique :

Le réseau de basse tension 400V alimente deux parties :

L'une et principale alimente les différents UPS pour des panneaux de chauffage des panneaux d'éclairage et un départ vers un bâtiment électrique.

L'autre est secondaire et destinée à alimenter une boîte de capacité 400V et 0.4 MVAR.

Vu l'importance de cette partie, la sous-station électrique doit être fonctionnelle à tout moment, pour cela elle est équipée d'un groupe électrogène.

II.7 Schéma unifilaire du réseau électrique de SONATRACH :

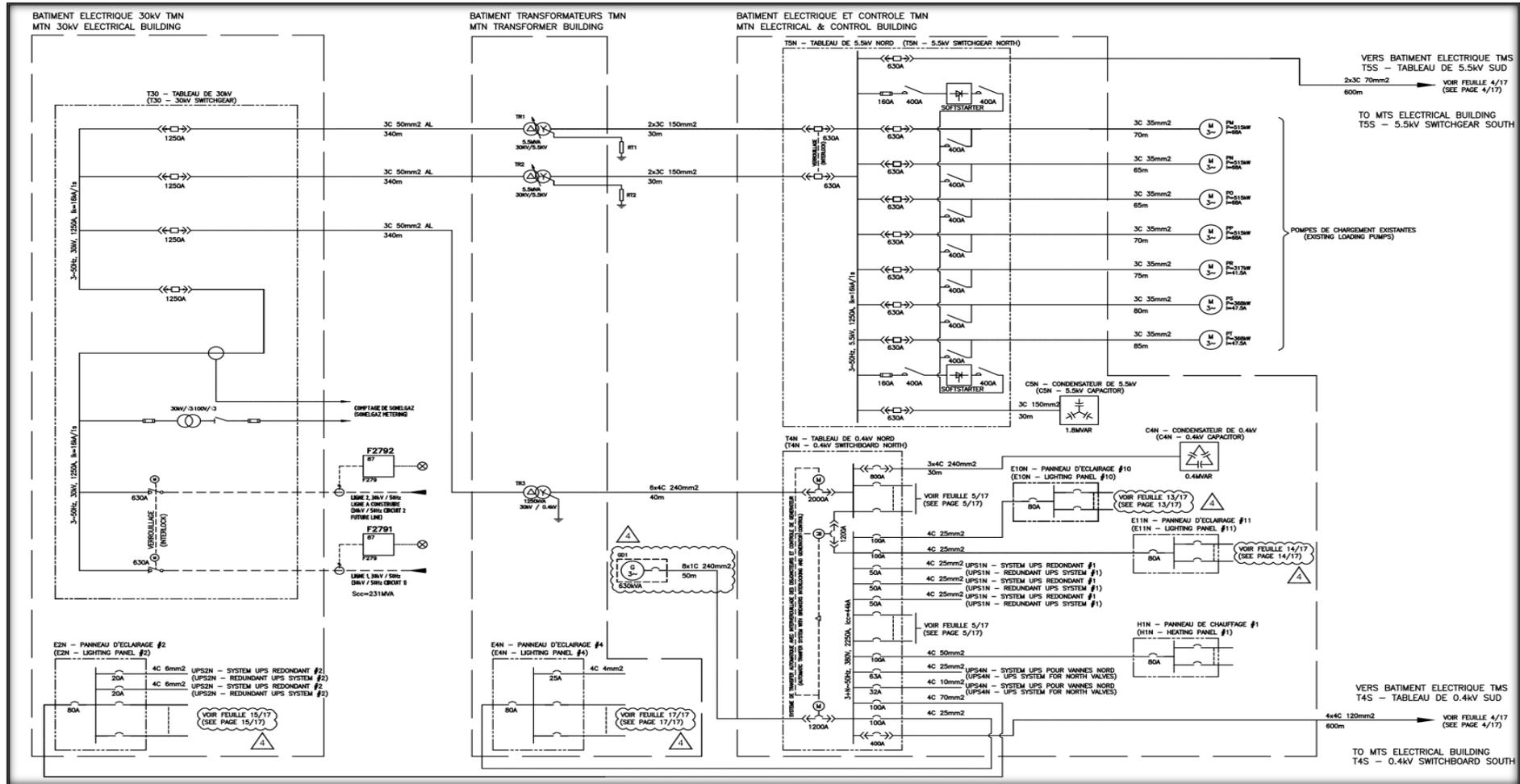


Fig II.9 : schéma unifilaire du réseau électrique de SONATRACH.

Conclusion :

A travers ce chapitre nous avons présenté les postes électriques en générale et on a défini les postes de livraison MT/BT.

On a présenté les différentes parties de l'installation électriques ainsi que le schéma du réseau électrique de SONATRACH.

A travers le schéma du réseau électrique de la SONATRACH, nous allons établir et évaluer le bilan de puissance et dimensionner le nécessaire de l'installation électrique de la SONATRACH.

CHAPITRE III

Les alimentations sans interruption (ASI-UPS)

Introduction :

Depuis de nombreuses années, les onduleurs font partie intégrante de la distribution d'énergie électrique de haute qualité aux consommateurs. Dans beaucoup de domaines industriels, il existe des systèmes d'alimentations spécifiques, il s'agit des alimentations sans interruptions (ASI), qui permettent d'obtenir une énergie électrique sans coupure à l'aide des systèmes de stockage d'énergie.

Aujourd'hui l'alimentation sans interruption est devenue une nécessité et toujours présente.

III.1 Définition de l'UPS :

L'alimentation sans interruption (ASI), ou en anglais, Un-interruptible Power Supply (UPS), est un système de l'électronique de puissance qui sert à apporter à un système électrique une alimentation qui est exemptée de toute coupure, microcoupure brève ou longue qui peut se produire dans un réseau électrique.

L'UPS assure la continuité de l'alimentation énergétique en bonne qualité à l'aide des systèmes de stockage d'énergie, (à savoir les batteries d'accumulateur).

III.2 Rôle de l'UPS :

- Fournir à la charge une alimentation électrique continue à haute qualité qui est indépendante de l'état du réseau.
- Délivrer une tension d'alimentation fiable sans aucune interférence.
- Fournir une tension fiable indépendante de la qualité du réseau au moyen d'une source d'alimentation.
- Protéger les équipements de l'installation contre les variations de la qualité du courant qui risqueraient de les endommager.

III.3 Choix de l'UPS : [2]

Pour dimensionner un UPS, il faut prendre en compte de différentes données fonctionnelles et réglementaires.

- **Les paramètres concernant les charges à alimenter :**

- ✓ La puissance apparente S : la puissance maximale délivrée à la sortie de l'UPS exprimée en VA.

- ✓ La puissance active P : la puissance maximale délivrée à la sortie de l'UPS exprimée en W.

- ✓ Facteur de puissance FP : le rapport entre la puissance apparente et la puissance active.

- **Caractéristique du réseau d'alimentation :**

Ce sont les nombres de phases, la fréquence et la valeur de la tension de la ligne d'alimentation.

- **Paramètres de l'alimentation de la sortie :**

Ce sont les nombres de phases, les valeurs de la tension et la fréquence d'alimentation de la ligne de sortie de l'UPS.

- **Temps d'autonomie requis :**

C'est le temps maximum pendant lequel l'UPS peut affecter une puissance en absence d'alimentation.

III.4 Les contraintes imposées dans l'UPS : [3]

III.4.1 La disponibilité :

Est la préoccupation numéro un lors de l'utilisation de l'UPS dans le centre de données nécessitant la qualité de service et la continuité, ainsi que la technologie d'UPS détermine la qualité de l'alimentation fournie à la charge.

Pour assurer la disponibilité de l'UPS, il est recommandé d'utiliser l'UPS à double conversion « on-line ».

III.4.2 La protection :

Lorsque l'appareil est installé dans une enveloppe, il est garanti que les personnes ne peuvent pas entrer en contact directs avec des pièces normalement sous tension. Le contact

indirect comprend le contact des personnes avec des masses mises accidentellement suite à une défaillance de l'isolation. Cette protection est assurée par :

- L'interconnexion et la mise à la terre des masses métalliques d'une installation.
- L'élimination d'un défaut dangereux par un dispositif de protection dont le choix dépend des schémas de liaison du neutre à la terre.

La plupart des UPS sont conçus principalement pour une utilisation avec un neutre mis à la terre.

III.4.3 Les Contraintes Electrique :

Les contraintes électriques découlent des normes imposées par le réseau électrique et des spécifications des charges informatiques. Les charges informatiques alimentées par un UPS font un usage intensif de l'électronique pour générer les très basses tensions. La production de telle tension implique une tension d'alimentation redressée et un courant non sinusoïdal et qui contient des harmoniques basses et des fréquences élevées. Le courant a également un facteur de crête (2 à 3.5). et un facteur de puissance (0.65 à 0.8).

III.4.4 Le rendement :

Le coût de fonctionnement, la consommation d'énergie et les pertes d'énergie sur l'UPS sont les soucis de l'utilisateur. Pour cela, le fabricant est toujours à la recherche des moyens afin de réduire ces pertes. Les normes ne spécifient pas les performances et le rendement minimal à atteindre, en fait elles définissent comment faire un test pour mesurer les rendements sur les charges, l'efficacité des différentes technologies sera ainsi évaluée.

III.4.5 Le Volume :

L'espace requis pour l'installation est un facteur important et dépend du coût par mètre carré de la surface recherchée, en effet la réduction de volume de l'UPS libère de l'espace qui peut être occupé par le matériel informatique.

III.4.6 L'Environnement :

III.4.6.1 La température :

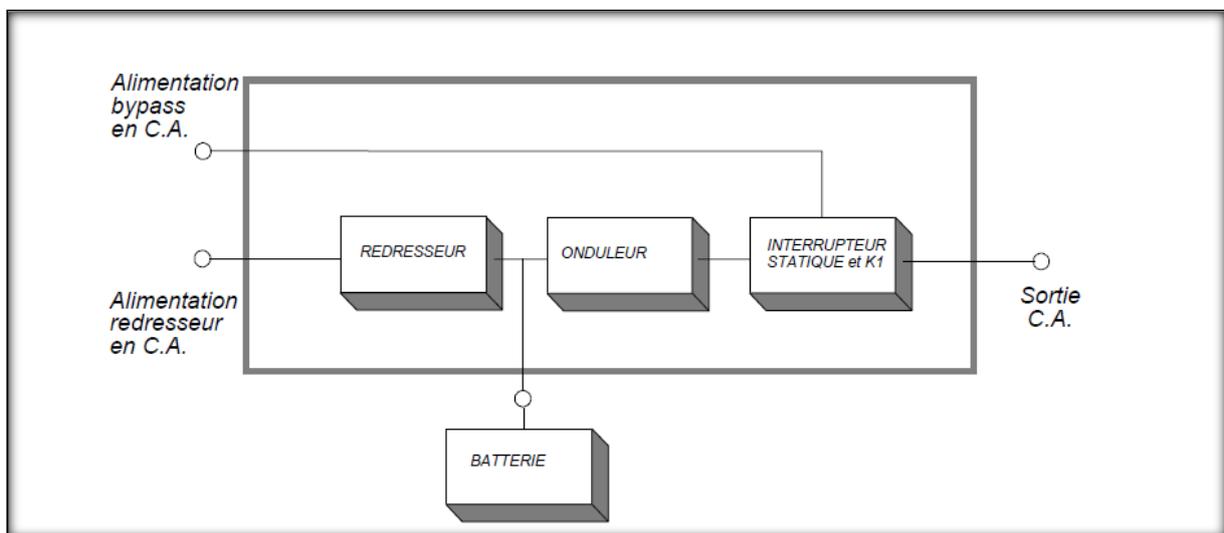
La consommation énergétique des équipements informatiques est convertie en chaleur dont une évacuation continue est nécessaire. Avec cet équipement installé, la température devient une condition de fonctionnement critique, surtout lorsqu'il s'agit d'améliorer l'efficacité énergétique et de réduire la consommation du système de refroidissement qui entraîne une température plus élevée dans la salle des machines. Par conséquent, l'UPS doit pouvoir fonctionner et assurer la continuité du service de centre de données dans toutes les conditions, notamment en haute température.

III.4.6.2 Le bruit :

L'UPS contient un système de ventilation qui évacue la chaleur produite par les pertes vers l'air. Ce système de ventilation produit des bruits sonores qui dépassent des fois les niveaux autorisés tel que le niveau sonore moyen est de 60 dBA dans une salle informatique.

III.5 Présentation de l'UPS :

L'UPS est constitué généralement de :



FigIII.1 : schéma bloc de l'UPS.

III.5.1 Redresseur :

C'est un convertisseur conçu pour alimenter une charge de type continu, qu'elle soit inductive ou capacitive à partir d'une source alternative qui, la majorité du temps du type tension.

Dans l'UPS, le redresseur a rôle pour :

- Convertir la tension alternative du réseau d'alimentation.
- Alimenter l'onduleur d'une part et garantir la charge et l'entretien de la batterie, d'une autre part.

Le type du redresseur utilisé dépend de la topologie et la régulation de l'UPS.

La qualité de l'UPS dépend du :

- Le rendement ;
- Les tolérances admissibles de la fréquence et de la tension du réseau d'alimentation.
- Le facteur de puissance et les harmoniques sur le réseau.

III.5.2 Onduleur :

C'est un système de l'électronique de puissance qui délivre des tensions et des courants alternatifs à partir d'une source d'énergie électrique continue, c'est un convertisseur DC/AC.

Dans l'UPS, l'onduleur sert à convertir la tension continue délivrée par le redresseur chargeur ou par la batterie en tension alternative. il délivre un courant sinusoïdal d'une amplitude et d'une fréquence parfaitement stable.

La qualité de l'onduleur dépend du :

- Le rendement.
- La capacité de supporter les surcharges et les courts-circuits.
- La capacité d'alimentation des charges avec un facteur de puissance capacitif.

- La qualité de la sinusoïde en présence des charges déformantes.

III.5.3 Batterie :

Appelée aussi des batteries d'accumulateurs, c'est un ensemble d'accumulateurs électriques reliés entre eux et qui forment un générateur du courant continu de la capacité et de la tension voulue.

Dans l'UPS, la batterie d'accumulateur est une source d'énergie auxiliaire qui se charge à partir du redresseur chargeur. Elle sert à :

Assurer le réserve d'énergie destinée à alimenter l'onduleur dans le cas de la disparition du réseau ou lorsque le réseau d'alimentation est hors tolérance.

III.5.4 By-pass manuel :

Appelé aussi by-pass de maintenance, il permet l'alimentation par le réseau de secours (réseau 2) lors d'une intervention de la maintenance préventive. Cette fonction n'est pas toujours fournie en standard, elle ne participe pas dans le fonctionnement de l'UPS.

III.5.5 By-pass automatique :

Appelé aussi un commutateur statique, il comprend un commutateur à thyristor qui relie directement le réseau d'alimentation aux récepteurs.

Le rôle de by-pass statique consiste à basculer l'alimentation de l'utilisation de l'onduleur via le réseau de secours d'une façon réciproque, sans qu'il y soit une coupure de l'alimentation. Ce basculement intervient si l'onduleur s'est arrêté dans les cas suivants : Arrêt volontaire ou lors d'une surcharge sur l'utilisation qui dépasse les capacités de limitation de l'onduleur.

La qualité d'un by-pass automatique est principalement déterminée par sa capacité à supporter des surcharges et court-circuit.

III.5.6 Interrupteur manuel et disjoncteur de batterie :

Ces appareils permettent d'isoler les différents éléments lors d'une intervention de maintenance.

III.5.7 Transformateur d'isolement :

Aussi appelé transformateur de séparation, est une machine électromagnétique qui transfère de l'énergie d'un circuit à un autre sans contact électrique.

L'utilisation d'un transformateur dans un UPS statique garantit l'isolation galvanique du système et un seul régime du neutre en aval de l'UPS, quelles que soient les conditions de fonctionnement. Dans tous les cas, il est important de savoir que le transformateur intégré dans l'UPS ne permet pas de changer le régime du neutre.

III.5.8 Bus DC : [4]

Est un sous-ensemble de l'UPS, il fournit l'alimentation continue. Un onduleur performant tolère une large plage de tension continue : il autorise une grande flexibilité dans le nombre de batteries en fonction de l'autonomie souhaitée.

III.5.9 Chargeur batterie : [4]

Le chargeur batterie est un convertisseur DC / DC qui découple la tension batterie de la tension du bus DC.

L'avantage est double :

- la tension des batteries est indépendante de celle du bus DC.
- élimination de l'ondulation résiduelle en sortie du redresseur.

III.6 Les types des UPS : [5]

Selon la norme CEI 62-040-3, les UPS se différencient selon leurs architectures et leurs fonctionnements, qui est par rapport à la terminologie et la qualité du réseau, l'utilisation et la disponibilité requise.

Généralement, les UPS disposent d'un ou de deux entrées (réseaux) tel que :

L'entrée du réseau 01 : réseau normal qui est alimenté par le réseau source.

L'entrée du réseau 02 : réseau by-pass, lorsqu'elle existe, elle est alimentée par le réseau source ou par le réseau secours.

On distingue trois principaux types de configuration des UPS :

III.6.1 UPS off-line: Attente passive: [4 ,5]

Appelée aussi passive standby ou batterie de secours. C'est une technologie plus répandue pour la protection en environnement peu perturbée. Ce type d'UPS intervient en parallèle du réseau. Dans ce système d'interface, la charge est branchée directement sur le réseau à travers un filtre. L'UPS intervient lorsque le réseau est hors tolérance, c'est-à-dire lorsqu'il y a un manque du courant d'entrée.

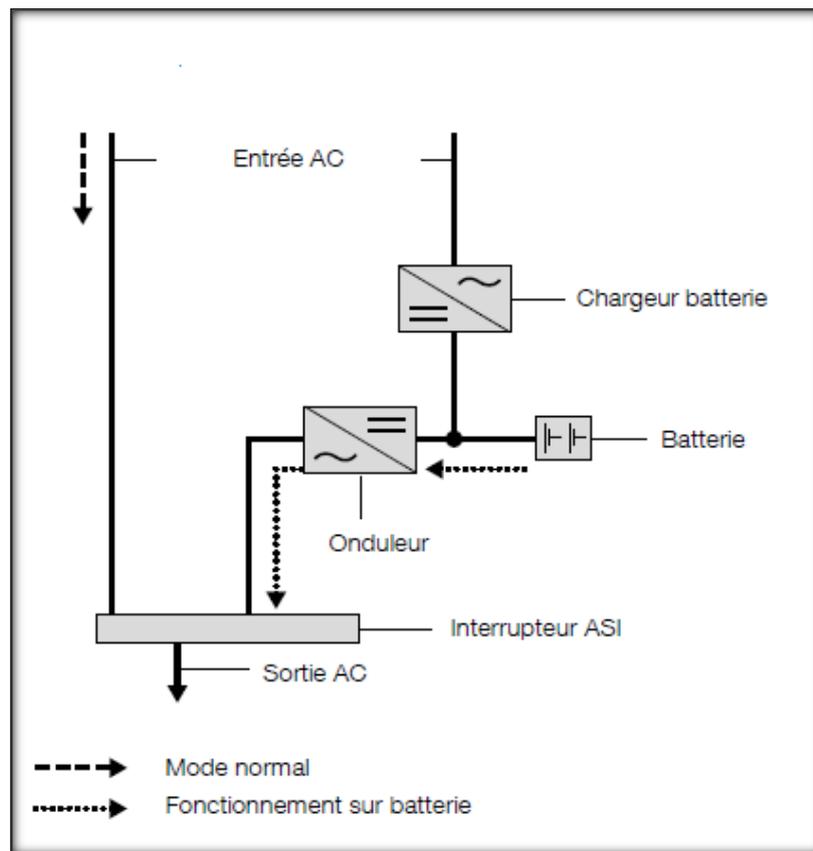


Fig III.2: UPS off-line.

- **Mode normal :**

En présence du réseau d'alimentation, la sortie est exactement égale à l'entrée, la charge est directement alimentée à travers un filtre ou un conditionneur qui élimine quelques perturbations électriques, sans conversion d'énergie. L'UPS dans ce cas est en redondance passive et le chargeur assure la recharge et le maintien de charge de la batterie.

- **Mode d'autonomie :**

Lorsque la tension et la fréquence sont incompatibles avec la charge, l'UPS intervient et alimente la charge (UPS lui-même est alimenté par les batteries). Ce fonctionnement est séquentiel tel que le temps de basculement de la charge vers le convertisseur statique DC /AC est de 10 ms.

L'UPS fonctionne jusqu'à ce que le réseau d'alimentation revienne dans les tolérances spécifiées (mode normal).

Applications possibles : [2]

- Ordinateur domestique.
- Poste de travail internet.
- Standards téléphoniques.
- Caisses enregistreuses.
- Terminaux POS.
- Fax.
- Petit réseau d'éclairage de secours.
- Automatisme industriel et domotique.

Avantage :

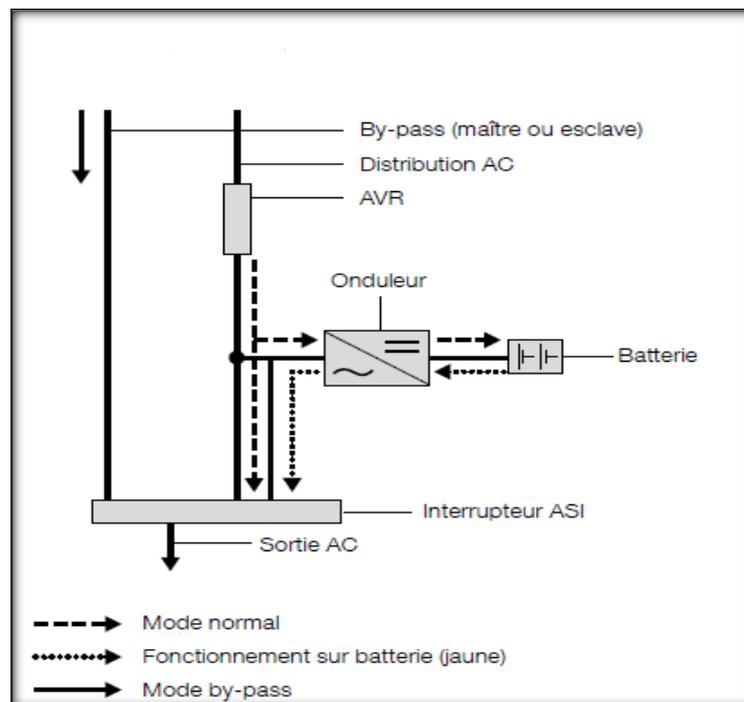
- Simplicité du schéma qui permet la réduction du cout de l'équipement.
- Une forte limitation des performances de l'UPS.
- Faible encombrement.
- UPS offre une protection contre la plupart des pics d'alimentation en limitant la tension excessive.

Inconvénients :

- Cette catégorie de l'UPS est utilisée seulement pour les faibles puissances typiquement jusqu'à 2KVA.
- Pas de régulation de la tension de sortie.
- Pas de régulation de la fréquence de sortie qui dépend de celle du réseau.
- Utilisation restreinte aux environnements peu perturbés.

III.6.2 Line-interactive : [4 ,5]

Appelée UPS en interaction avec le réseau, qui particulièrement dans les zones où les pannes sont rares et les fluctuations de l'alimentation sont fréquentes. Ce type d'UPS fournit à la fois le conditionnement de l'alimentation et la batterie de secours. Cette catégorie d'UPS est presque similaire à l'UPS off-line, il intervient en parallèle et en secours du réseau mais Il est différent par rapport à ce dernier par l'absence du basculement entre les deux sources et l'absence du convertisseur pour la recharge de la batterie. L'UPS se caractérise par la présence d'un convertisseur DC/AC réversible qui fonctionne soit en onduleur, soit en chargeur batterie. La présence en parallélisme de l'UPS permet de réguler la tension.

**FigIII.3:** UPS line interactive.

- **Mode normal :**

En présence du réseau d'alimentation, l'entrée et la sortie sont séparées par un circuit de filtrage et une stabilisation de tension est formée par un régulateur de tension automatique (Automatic Voltage Regulator AVR), mais une partie de perturbations possible en entrée peuvent se retrouver en sortie. La charge est alimentée par l'ensemble réseau/onduleur à travers un interrupteur statique tel qu'il offre quelques qualités de tension même s'il limite l'amplitude. La fréquence de sortie est dépendante de la fréquence du réseau.

- **Mode autonomie :**

Au moment du manque du réseau, le contacteur statique s'ouvre automatiquement, tel qu'il isole le système lorsque le convertisseur DC/AC se met en fonctionnement pour empêcher le retour de l'énergie vers le réseau d'alimentation. La charge sera alimentée à partir de l'énergie stockée par la batterie.

- **Mode by-pass :**

En cas de défaillance de l'une des fonctions de l'UPS, l'alimentation de la charge peut être transférée via le by-pass qui est l'alimentation par le réseau source ou le réseau secours selon l'installation.

Applications possibles : [2]

- Réseau d'ordinateurs d'entreprises.
- Système de sécurité.
- Système d'urgence.
- Système d'éclairage.
- Automatisme industriel et domotique.

Avantage :

- Régulation de la tension de sortie sans solliciter les batteries.

- Cout provenant est inférieur à celui de l'UPS de puissance équivalente fonctionnant en double convertisseur.

- Ce type d'UPS offre un bon choix pour assurer une protection raisonnable

Inconvénients :

- Faible protection contre les surtensions et les pics de tensions.
- Aucun découplage entre le système de distribution en amont et la charge.
- Temps de commutation de quelques millisecondes (4à5 ms).

III.6.3 On line: double conversion::[4 ,5]

Appelé aussi Voltage and Frequency Independant (VFI) : UPS est indépendant de la tension et la fréquence de la sortie. Ici l'UPS est en série entre le réseau et la charge, tel que la tension d'entrée est transmise par un redresseur et la tension de sortie étant délivrée par un onduleur.

La protection assurée par ce type d'UPS est fortement recommandée dans des situations critiques et les équipements sensibles car il garantit une qualité d'énergie constante (régulation de tension et fréquence de la sortie).

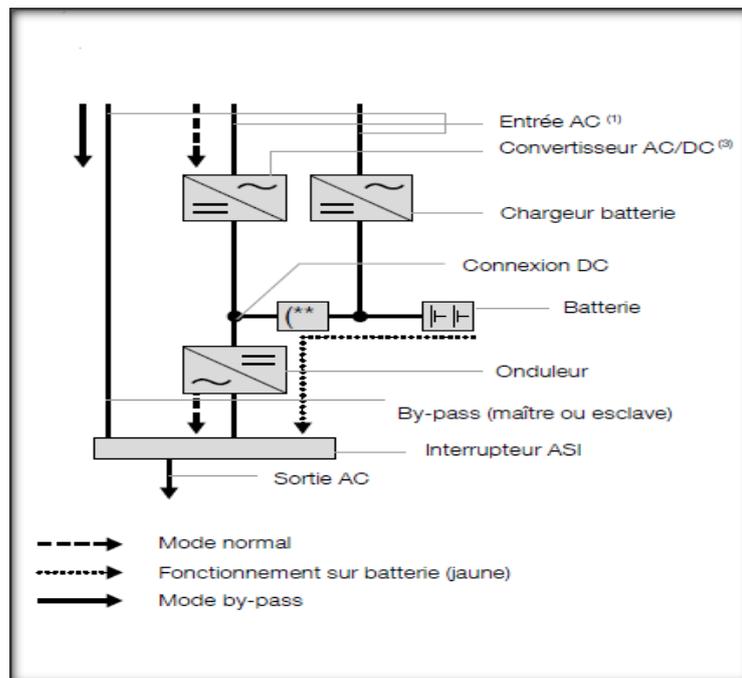


Fig III.4 : UPS on-line double conversion.

- **Mode normal :**

En fonctionnement normal, l'onduleur est alimenté par le redresseur AC/DC qui recharge aussi les batteries. Le signal d'entrée sera reconverti en courant alternatif par l'intermédiaire d'un pont d'onduleur ; ici l'onduleur réalise la double conversion alternatif-continu-alternatif d'où la dénomination utilisée.

- **Mode d'autonomie :**

En cas de coupure de courant d'entrée, l'onduleur est alimenté directement par les batteries d'une façon instantanée (temps de permutation < 10ms). Ce mode de fonctionnement continue jusqu'à le basculement en mode normal.

- **Mode by-pass :**

Ce type d'UPS dispose d'un by-pass qui garantit l'alimentation de la charge en la commutant directe sur le réseau.

Applications possibles : [2]

- Réseau informatique d'entreprise.
- Télécommunications.
- Electro-médical.
- Automate industrielle.
- Système de secours.
- Applications critiques dans les secteurs publiques et industrielles.

Avantage :

- Type d'UPS meilleur en termes de protection des réseaux informatiques (protection optimale).
- Courant d'entrée sinusoïdale et tension de sortie sinusoïdale.
- Perturbations éliminées à la sortie de l'UPS.

- Très grande tolérance admissible en tension d'entrée.
- La compensation des pertes d'énergie.

Inconvénients :

- Il est couteux.
- Rendement moins élevé que les UPS line interactive.
- Complexité.

III.7 Caractéristiques et comparaison entre les types UPS :

Problème de qualité de l'alimentation	UPS offline	Line interactive UPS	On line double conversion UPS
Interruption d'alimentation >10ms	Oui	Oui	Oui
Rapides fluctuations de tension <16ms	Oui	Oui	Oui
brèves surtension 4-16ms	Oui	Oui	Oui
creux de tension prolongés	Non	Oui	Oui
Surtensions prolongées	Non	Oui	Oui
Effets de lumière	Non	Non	Oui
Impulsions de surtensions <4ms	Non	Non	Oui
Fluctuations de fréquence	Non	Non	Oui
Distorsion de la forme d'onde de tension	Non	Non	Oui
Harmonique de tension	non	Non	Oui

Tableau III.1 : comparaison des UPS.

III.8 Classification des UPS : [2]

Selon la norme CEI 62040-3 les UPS sont classés selon des différentes performances.

La première partie de classification [XXX] définit le type de l'UPS :

- **VFD** : voltage and frequency dependant, dont la tension et la fréquence de la sortie dépendent de l'entrée.

- **VI** : voltage indépendant, dont la tension de la sortie est indépendante de l'entrée.

- **VFI** : voltage and frequency independant, dont la tension et la fréquence de la sortie sont indépendante de l'entrée.

La deuxième partie de classification [YY] définit la forme d'onde de sortie pendant le fonctionnement normal et sur batterie :

- **SS** : sinusoïdale ($THDu < 8\%$).

- **XX** : sinusoïdale avec charge linéaire ; non-sinusoïdale avec charge non linéaire ($THDu > 8\%$).

- **YY** : non sinusoïdale.

La troisième partie du code de classification [ZZZ] définit la performance dynamique du courant de sortie aux variations de charge dans trois conditions différentes :

- **111** : variation des modalités opérationnelles (normale et sur batterie).

- **112** : insertion de la charge linéaire par paliers en modalité normale et sur batterie.

- **113** : insertion de la charge non linéaire par paliers en modalité normale et sur batterie.

III.9 Association des UPS : [6]

Plusieurs UPS sont configurés dans un système pour permettre une augmentation de la capacité de la charge et l'amélioration de la fiabilité.

Il existe plusieurs configurations :

III.9.1 UPS mise en parallèle :

La mise en parallèle des UPS permet d'augmenter la puissance du système d'alimentation. Cette exigence devient nécessaire lorsque la puissance requise pour l'utilisation dépasse la puissance maximale disponible dans l'UPS, afin de continuer à alimenter l'utilisation.

Pour améliorer la disponibilité, l'UPS parallèle en redondance active est utilisé.

- Mise en parallèle en redondance active avec by-pass unique :

Le commutateur permet de transférer l'utilisation sur l'alimentation secondaire en cas d'arrêt de l'ensemble des unités de l'UPS.

Ce commutateur est généralement installé dans une unité spécifique qui permet de réaliser la mise en parallèle des unités de l'UPS et d'assurer le câblage des départs vers l'utilisation.

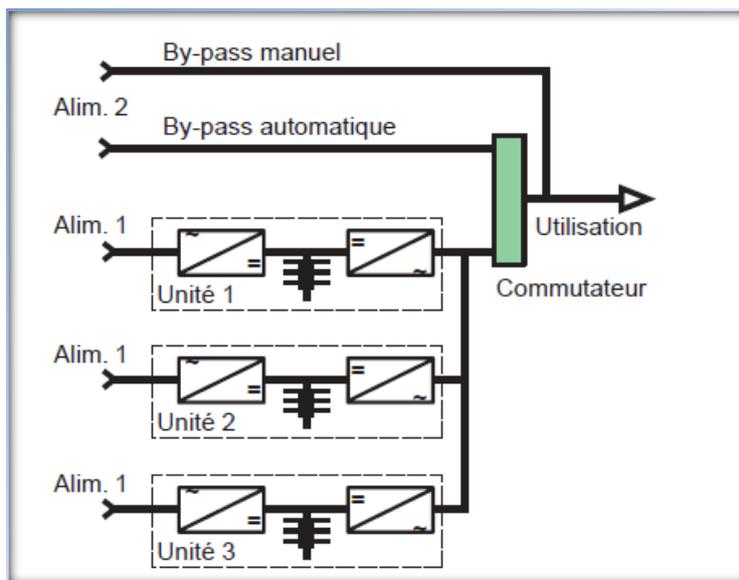
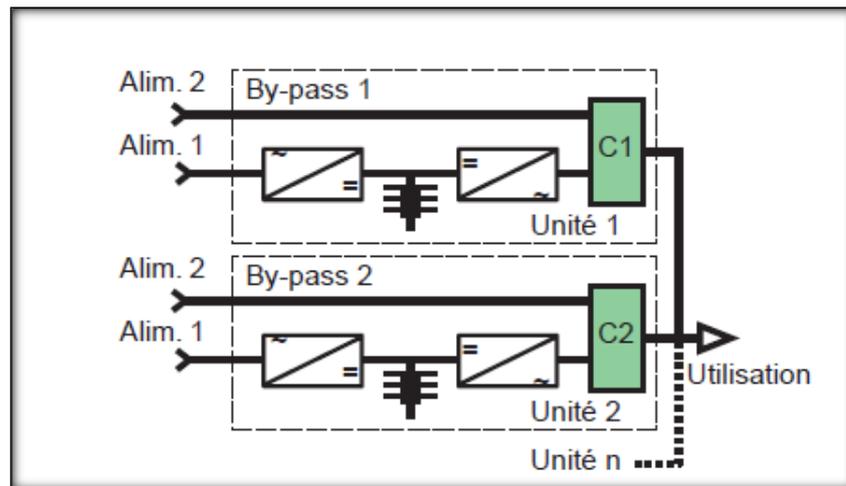


Fig III.5 : trois UPS mis en parallèle en redondance active by-pass automatique unique.

- Mise en parallèle en redondance active avec une voie by-pass par unité de l'UPS :

L'alimentation de l'utilisation s'effectue par la commande simultanée de tous les commutateurs qui en pratique sont des contacteurs statiques.



FigIII.6 : UPS mises en parallèle en redondance active avec une voie by-pass par une unité d'UPS.

III.9.2 L'UPS en redondance passive :

Cette configuration existe avec ou sans le by-pass. Lors d'une panne apparue sur l'unité de l'UPS, l'unité de l'UPS en attente est mise en service en reprenant l'alimentation de la charge.

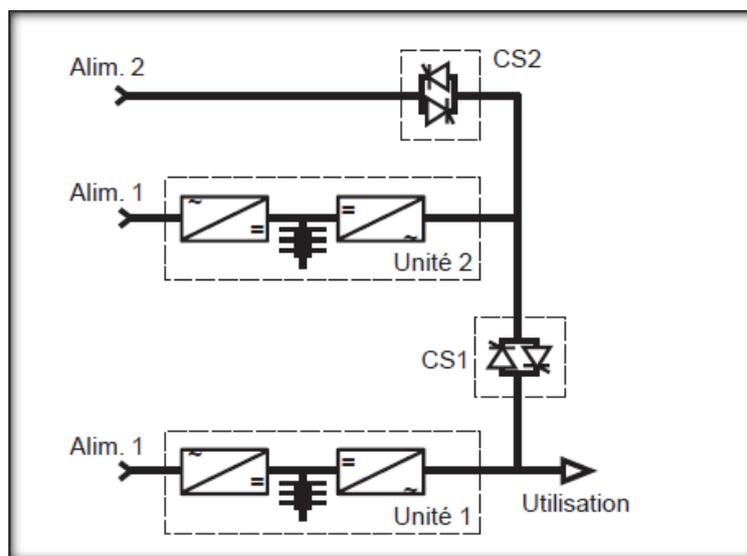


Fig III.7 : deux UPS identiques en redondance passive avec by-pass.

III.10 Système de stockage de l'énergie électrique :

Lors de la mise hors service du réseau d'alimentation principal, l'énergie électrique de l'UPS est fournie à partir d'un dispositif de stockage d'énergie, ce qui permet à l'onduleur

d'alimenter les charges pendant les coupures d'alimentation afin d'assurer l'équilibre entre la production et la consommation.

L'énergie électrique peut être stockée sous différentes formes :

- Sous forme cinétique :

En utilisant une machine synchrone raccordée au réseau et prend le relais en cas de coupure (accumulateur électrique).

- Sous forme électrique :

En utilisant super-condensateur ou des bobines supraconductrices.

- Sous forme de gaz comprimé.

- Sous forme chimique :

En utilisant les batteries d'accumulateurs.

III.10.1 Les batteries :

C'est le moyen le plus répandue, la batterie est un dispositif de stockage de l'énergie. Elle est composée de plusieurs accumulateurs électriques qui sont reliés entre eux en série en créant un générateur, qui produit un courant continu sous une tension continue.

III.10.2 Les caractéristiques de la batterie :

La batterie se caractérise par :

- Le rapport entre sa masse et l'énergie qu'elle contient.
- Le rapport entre son volume et la qualité d'énergie qu'elle contient.
- La forme de la batterie.
- La capacité de stockage de l'énergie.
- Matériau (l'anode, la cathode et le boîtier).

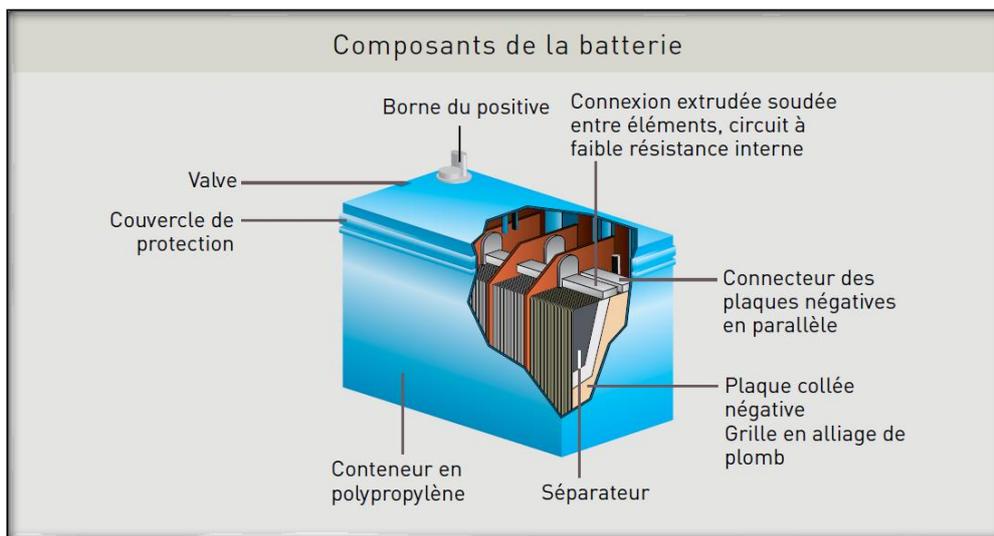
- Le nombre et les dimensions des batteries à utiliser dans l'UPS sont selon les besoins d'alimentation.

III.10.3 Le rôle de la batterie :

Les batteries jouent un rôle fondamental dans le système des UPS tel qu'elles doivent toujours être connectées, en parfait état de fonctionnement et chargés. Leurs rôles consistent à :

- Garantir la continuité de l'alimentation en fournissant de l'énergie à l'UPS pendant le temps nécessaire.
- Stockage de l'énergie.
- Assurer l'alimentation de l'onduleur au cas où le réseau est en panne.
- Délivrer de la puissance électrique pendant des heures (mode autonomie).
- Résister à un certain nombre de charge et de décharge.

III.10.4 Les composants d de la batterie :



FigIII.8 : les composants de la batterie.

Les batteries utilisées dans les UPS sont de type plomb étanche (acide) ou batterie au nickel.

L'association des batteries s'effectue soit en série, soit en parallèle selon le besoin et le mode d'utilisation.

III.10.5 Les performances de la batterie :

Les batteries sont sensibles aux conditions ambiantes de la température et au mode d'utilisation, tel que l'utilisation régulière et prolongée des batteries sous température élevée peut raccourcir leurs durées de vie.

Les performances de la batterie sont la durée de vie qui dépend de nombre de cycle de charge/décharge et la température locale de la batterie.

Les batteries doivent être équipées avec une ventilation et d'une climatisation adéquates afin de garantir le fonctionnement des batteries dans les conditions appropriées et une installation sûre.

III.11 Maintenance des UPS :

Il est impératif de maintenir le système d'UPS dans un état de fonctionnement correct pour optimiser les performances et la durée de vie. La maintenance des UPS consiste une maintenance préventive et corrective.

III.11.1 Maintenance préventive :[7]

La maintenance préventive est une maintenance systématique dont l'objectif est de minimiser le problème de fonctionnement des équipements, et de prévenir les pannes en effectuant les réparations nécessaires avant que les difficultés majeures de fonctionnement surviennent.

Le plan de maintenance préventive constitue les mesures les plus efficaces pour la protection, la garantie de la continuité du service et le MTBF (temps moyen de bon fonctionnement) sera d'autant amélioré.

Dans le système d'UPS, l'entretien préventif comprendra les éléments suivants :

- **Inspection hebdomadaire de la batterie :**
 - ✓ Vérification de la tension globale de la batterie.

✓ Vérification de l'aspect général (propreté, fissures dans les éléments, fuites ou signes de corrosions).

✓ Contrôle visuel des éléments.

• **Inspection mensuelle de la batterie :**

✓ Effectuer les tâches de l'inspection hebdomadaire.

✓ Vérification de l'autonomie (température ambiante).

✓ Contrôle de l'environnement.

✓ Vérification du courant et la tension de sortie du chargeur redresseur.

✓ Vérification de la présence des fuites de tension vers la terre.

✓ Vérification de serrage des connexions.

✓ Nettoyage et dépoussiérage de l'ensemble de la batterie.

✓ Vérification de la tension des cellules pilotes, la gravité spécifique des cellules pilotes plomb-acide noyées, la température de l'électrolyte des cellules pilotes noyées et les températures des bornes des cellules pilotes régulées par vanne.

✓ Vérification de la ventilation de la salle de la batterie.

• **Inspection trimestrielle de la batterie :**

✓ Effectuer les tâches de l'inspection mensuelle.

✓ Vérification de toutes les tensions des cellules.

✓ Vérification de la tension globale de la batterie.

✓ Nettoyage et protection contre la corrosion des éléments et les supports.

✓ Fournir une charge d'égalisation si les cellules sont déséquilibrées.

✓ Test de décharge de la batterie pour vérifier l'autonomie nominale. En effet le test doit être réalisé en période de faible risque et être immédiatement suivi d'une charge complète.

✓ Analyse des enregistrements et apporter des corrections si nécessaire (remplacement de la batterie...etc.).

- **Inspection trimestrielle des UPS :**

✓ Contrôle visuel et des tests opérationnels de tous les équipements UPS et des appareillages de commutation associés.

✓ Contrôle et test fonctionnel des systèmes de diagnostic de l'UPS.

✓ Vérification de l'aspect général (environnement, la température, la poussière, l'humidité, les ventilations de la pièce).

✓ Nettoyage/remplacement des filtres à air intervalles réguliers.

✓ Vérification des signalisations locales et reportées.

✓ Vérification de l'équilibre de phase.

- **Inspection annuelle des UPS :**

✓ Effectuer les tâches de l'inspection des UPS.

✓ Nettoyage et serrage de toutes les connexions.

✓ Vérification du by-pass électrique manuelle de maintenance.

✓ Inspection visuel des éléments de puissance de l'équipement.

✓ Dépoussiérage et aspiration intérieure de toutes les armoires.

✓ Entretien de l'équipement de refroidissement et ventilation.

III.11.2 Maintenance corrective :

La maintenance corrective s'effectue suite à une panne, elle résout le problème et permet au système de fonctionner dans les conditions normales à nouveau.

III.11.3 Système d'alarme :

Message d'alarme	cause	Action
Module de puissance pas prêt	Le module de puissance n'est pas installé correctement	Vérifier que le levier est dans la position verrouillée
Module de contrôle pas prêt	Le module de contrôle n'est pas installé correctement	Vérifier que le levier est dans la position verrouillée
Module de batterie pas prêt	Le module n'est pas installé correctement	Vérifier que le module est entièrement inséré et que la fixation est serrée
La charge excède la capacité des batteries	Les modules de batteries sont surchargés	Ajouter des modules de batteries supplémentaires ou diminuez la charge
Panne d'un module de batteries	Un module de batteries ne fonctionne plus correctement.	Reportez-vous à la section « Interprétation des LED des modules » pour la démarche à suivre
Panne d'un module d'alimentation électrique	Un module d'alimentation électrique ne fonctionne plus correctement.	Reportez-vous à la section « Interprétation des LED des modules » pour la démarche à suivre
Panne générale du système UPS	L'onduleur fonctionne sur dérivation.	Contactez l'assistance technique
Échec d'un test de batterie	L'appareil a détecté un problème au niveau d'un module de batteries.	Vérifiez l'état des batteries à l'aide du panneau d'affichage et effectuez un test automatique des batteries
Alarme d'alimentation électrique redondante	L'onduleur n'est plus redondant.	Remplacez le module défectueux pour rétablir La redondance

Alarme de charge maximale	La charge maximale a été dépassée	Insérez des modules supplémentaires pour augmenter la capacité de charge ou réduisez la charge actuelle
Panne d'un module de contrôle du système	Un module de contrôle du système ne fonctionne plus correctement	Remplacez le module défectueux.
Sur batteries	La charge est actuellement alimentée par l'onduleur.	Attendez que l'alimentation du secteur soit rétablie.
Batterie déchargée	La charge des batteries est faible.	Donnez aux batteries le temps de se recharger.
Bloc UPS sur dérivation (automatique)	L'onduleur est passé en dérivation automatique.	L'écran des alarmes devrait indiquer la raison de la mise en dérivation automatique.
Bloc UPS sur dérivation (manuelle)	L'utilisateur a mis l'onduleur en dérivation manuelle.	Une fois prêt, repassez à l'onduleur
Panne du ventilateur du transformateur	Les ventilateurs de refroidissement du transformateur ne fonctionnent plus correctement.	Contactez l'assistance technique
Panne du CanBus du système UPS	Les communications internes ne fonctionnent pas correctement.	Contactez l'assistance technique.
Arrêt imminent du système UPS	L'onduleur est sur le point de s'éteindre	Vérifiez qu'il n'y a ni module défectueux ni surcharge de sortie, ou Contactez l'assistance technique.
Mauvaise tension	La configuration de la tension de sortie NE CORRESPOND PAS au réglage du cavalier de dérivation.	Assurez-vous que la tension de dérivation correspond à la tension d'entrée et vérifiez que la configuration de la tension de sortie correspond au réglage du cavalier de dérivation.

Tableau III.2 : système d'alarme.

III.12 Les UPS existant à SONATRACH :

Il existe plusieurs entreprises qui fabriquent les UPS. Au niveau de SONATRACH, les UPS

Utilisés sont fabriqués par SOCOMEC et SCHENEIDER ELECTRIC.

<p>MGE GALAXY 5000 : Puissance : 48Kwatt /60KVA Entrée : Réseau 01 : 3ph Tension d'entrée : 380/443V ±15% Courant d'entrée : 78/91A (91A) Fréquence : 50/60 Hz ±10% Réseau 02 :3ph+N+PE Tension d'entrée : 380/400/415 V Courant d'entrée : 91/87/84A (87A) Fréquence : 50/60Hz Sortie : 3Ph +N Tension de sortie : 380 / 400 / 415 V ± 1% Courant d'utilisation 87A Fréquence de sortie : 50 / 60 Hz ± 0,5% Hz Poids : 888Kg Batterie : Type : SWL1100 Nb : 30 VOLT DC : 410 C10(Ah) : 40.2 Autonomie (min) :5</p>	<p>MGE GALAXY 3000 : Puissance : 24Kwatt /30KVA Entrée : Réseau 01 : 3ph+N+PEN Tension d'entrée : 380/443V ±15% Courant d'entrée : 45A Fréquence : 50/60 Hz ±10% Réseau 02 :3ph+N+PE Tension d'entrée : 380/400/415 V Courant d'entrée : 45A Fréquence : 50/60Hz (50Hz) Sortie : 3Ph +N Tension de sortie : 380 / 400 / 415 V ± 1% Courant d'utilisation 45A Fréquence de sortie : 50 / 60 Hz ± 0,5% Hz Poids : 427Kg Batterie : Type :ND7-12 GP 1272 Nb : 3*24 VOLT DC : 324 C10(Ah) : 7 Autonomie (min) :6</p>
<p>• SOCOMEK MASTERYS IP+ : Puissance : 32Kwatt /40KVA Entrée : Réseau 01 : 3ph+N Tension d'entrée : 400V _15% +20% Courant d'entrée : 52A nom /70A max Fréquence : 45/65 Hz ±10% Réseau 02 :3ph+N+PE Tension d'entrée : 380/400/415 V Courant d'entrée : 52A nom /70A max Fréquence : 50/60Hz ±2% Sortie : Ph +N Tension de sortie : 220/230/40VAC ± 1% Courant d'utilisation 182/174/166A Fréquence de sortie : 50 / 60 Hz ± 2% Hz Batterie : Externe avec chargeur batterie.</p>	<p>• SOCOMEK MASTERYS IP+ : Puissance : 18Kwatt /20KVA Entrée : Réseau 01 : 3ph+N Tension d'entrée : 400V _15% +20% Courant d'entrée : 52A nom /70A max Fréquence : 45/65 Hz ±10% Réseau 02 :3ph+N+PE Tension d'entrée : 380/400/415 V Courant d'entrée : 52A nom /70A max Fréquence : 50/60Hz ±2% Sortie : Ph +N Tension de sortie : 220/230/40VAC ± 1% Courant d'utilisation 182/174/166A Fréquence de sortie : 50 / 60 Hz ± 2% Hz</p>

Conclusion :

Dans ce chapitre nous avons présenté des généralités sur les UPS. Le rôle de l'UPS consiste à garantir la continuité du service et exempter toutes perturbations, ce qui lui permet de répondre parfaitement aux différentes normes et contraintes énergétiques. Au niveau de la DRGB, les UPS alimentent l'ensemble des équipements informatiques. L'objectif du chapitre suivant est d'établir un bilan de puissance de l'ensemble des charges alimentées par ces UPS.

CHAPITRE IV

Etude et dimensionnement de l'UPS

Introduction :

Les installations électriques doivent être dimensionnées d'une manière à satisfaire les besoins de l'ensemble des récepteurs, cela en prenant en considération des réglementations de ce dernier. Afin d'effectuer ce dimensionnement, il faut avoir toutes les données nécessaires qui permettent d'effectuer et d'établir un bilan de puissance pour évaluer le fonctionnement de cette installation et mettre en œuvre une protection des différentes charges de l'installation électrique.

IV.1 Bilan de puissance :

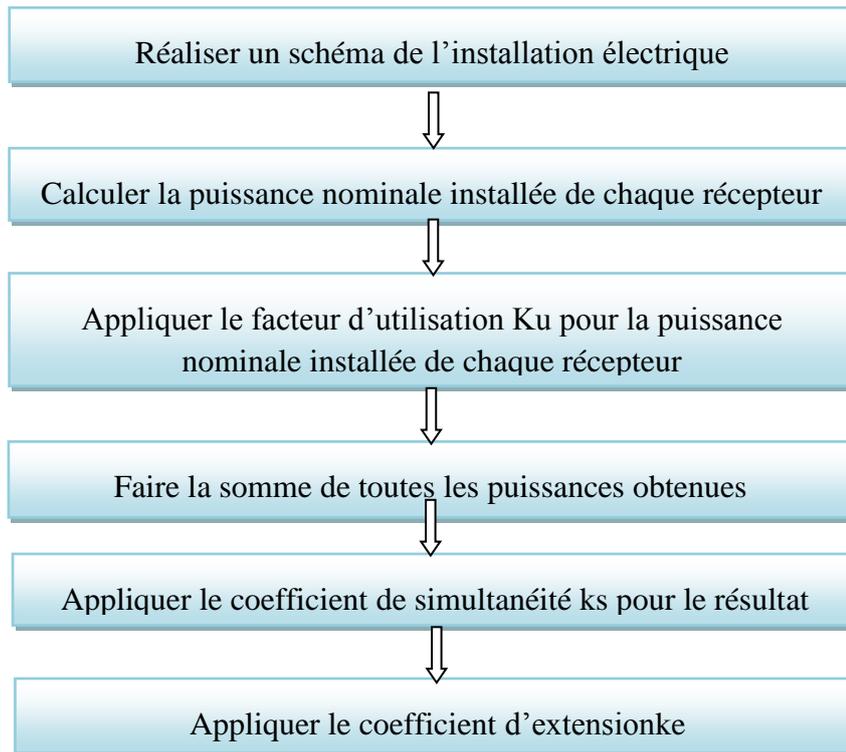
Le bilan de puissance est une étape indispensable et essentielle dans toutes les installations électriques, il prend en compte toute la puissance de l'équipement installé et son utilisation, afin d'assurer le fonctionnement de l'installation dans les bonnes conditions.

Les principaux objectifs d'un bilan de puissance sont les suivants :

- Dimensionnement des sources d'énergie.
- Evaluation des courants d'emploi.
- Détermination d'une puissance souscrite vis-à-vis la source d'énergie électrique.

IV.2 Méthodologie du calcul d'un bilan de puissance :

Pour établir un bilan de puissance, plusieurs paramètres doivent être pris en considération. La méthode de calcul est la suivante :



FigIV.1 : organigramme de calcul de bilan de puissance.

Puissance installée :

Exprimée en Watt (w) ou Kwatt (kw), elle correspond à la somme des puissances actives nominales de tous les récepteurs. Elle est donnée par la relation suivante :

En monophasé :

en triphasé :

$$P_n = V \cdot I \cdot \cos \varphi \quad (\text{IV.1})$$

$$P_n = \sqrt{3} \cdot U \cdot \cos \varphi \quad (\text{IV.2})$$

Cette puissance n'est toujours pas la puissance réellement consommée par le récepteur, pour cela elle est utilisée pour calculer la puissance réellement consommée.

La puissance utilisée :

Exprimée en volt ampère (VA) ou (KVA), c'est la puissance arithmétique des puissances actives, elle est déterminée à partir des facteurs d'utilisation K_u et des facteurs de simultanéités. Elle est donnée par la relation suivante :

$$P_u = P_n \cdot k_u \quad (\text{IV.3})$$

Puissance absorbée d'un récepteur :

Exprimée en watt (W) ou (Kw), elle correspond à la puissance réellement absorbée, elle est déduite de sa puissance nominale en tenant compte du rendement et du facteur de puissance.

Elle est donnée par la relation suivante :

$$P_{abs} = P_n / \eta * k_u = P_u / \eta \text{ (IV.4)}$$

Puissance utile dans une branche :

Elle correspond à la somme de toutes les puissances utiles d'un ensemble de récepteurs alimentés par la même source multipliée par le facteur de simultanéité.

Elle est donnée par la relation suivante :

$$P_{uj} = k_s * \sum_{i=1}^n P_{abs} \text{ (IV.5)}$$

k_s : facteur de simultanéité

P_{uj} : puissance utile de dans une branche.

n : nombre de récepteurs.

Cette puissance sera ensuite utilisée pour calculer la puissance fournie en tenant compte de l'évolution de la charge.

$$P_{ut} = k_e * k_s * \sum_{i=1}^n p_{abs} \text{ (IV.6)}$$

k_s : facteur de simultanéité. k_e : facteur d'extension.

P_{ut} : puissance utile totale dans une installation.

IV.3 Les facteurs de bilan de puissance :

Pour garantir le bon fonctionnement de l'installation, plusieurs facteurs sont utilisés dans le calcul de bilan de puissance.

IV.3.1 Facteur d'utilisation Ku :

La puissance utilisée est inférieure à la puissance nominale installée d'où la notion du facteur d'utilisation. Ce coefficient s'applique individuellement à chaque récepteur, il se caractérise par le taux d'utilisation de la charge par rapport au temps d'utilisation. L'application de ce coefficient nécessite la connaissance parfaite du fonctionnement des récepteurs.

IV.3.2 Facteur de simultanéité Ks :

Appelé aussi facteur de diversité, c'est un coefficient qui détermine les conditions d'utilisation de l'installation, s'appliquant à un ensemble de récepteurs fonctionnant simultanément au cours d'une période déterminée.

IV.3.3 Facteur d'extension Ke :

Appelé aussi facteur de réserve, il est utilisé pour prévoir une augmentation de la puissance absorbée. Ce coefficient varie de 1 à 1.5.

Ces valeurs sont issues de quelques normes en vigueur, elles sont données à titre indicatif :

[9]Tableau (IV.1) : ordre de grandeurs des coefficients.

Facteurs d'utilisation			Facteurs de simultanéité				Facteurs d'extension
Guide pratique UTE C 15-105			Norme NFC 63-410		Norme NFC 14-100		
Utilisations	Ku(1)		Nombres de circuits	Ks	Nombres de circuits	Ks	Ke
Force motrice	0.75 à 1		2 et 3	0.9	4 ≤	1	1.1 à 1.3
Eclairage	1		4 et 5	0.8	5 à 9	0.78	
Chauffage	1		6 à 9	0.7	10 à 14	0.63	
PC	0.1 à 0.2		>10	0.6	15 à 19	0.53	
Ventilation	1				20 à 24	0.49	
climatisation	1				25 à 29	0.46	
froid	1				30 à 34	0.44	
Ascenseurs (3) Et Monte charges	Moteur puissant	1			35 à 39	0.42	
	Moteur suivant	0.75			40 à 49	0.41	
	Autres moteurs	0.6			>50	0.4	

IV.4 Calcul de bilan de puissance de l'ensemble des équipements informatiques existant à SONATRACH :

IV.4.1 Ancien bloc :

Un UPS de 20 KVA alimente l'ensemble des serveurs et les Switch ...etc. existant au niveau du bloc.

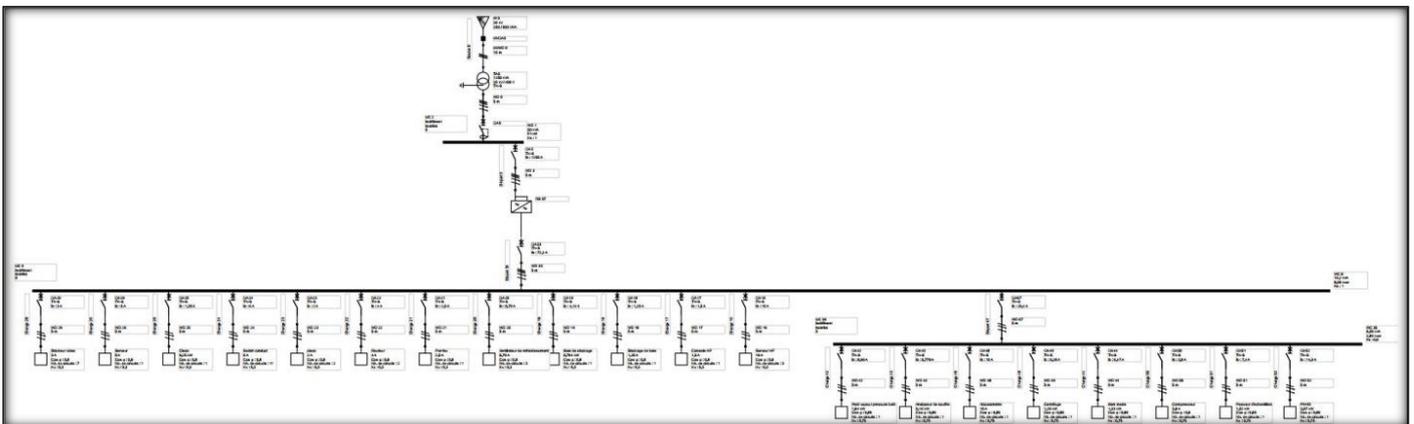
Tableau (IV.2) bilan de puissance de l'ensemble des serveurs et switches de l'ancien bloc.

Equipements informatique	U(V)	P(W)	Cos(φ)	Tan(φ)	Ku	P _a (W)	Q(VAR)	S (va)	I _b (A)
Stocker vidéo	230	3864	0.8	0.75	0.3	1159.2	869.4	1449	6.3
Serveur	230	920	0.8	0.75	0.3	276	207	345	1.5
CISCO	230	250	0.8	0.75	0.3	75	56.25	93.75	0.407
Switch catalyst	230	12144	0.8	0.75	0.3	3643.2	2732.4	4554	19.8
CISCO	230	736	0.8	0.75	0.3	220.8	165.6	276	0.9
Routeur	230	1472	0.8	0.75	0.3	441.6	331.2	552	2.4
Pare-feu	230	460	0.8	0.75	0.3	138	103.2	172.5	0.75
Ventilateur de refroidissement	230	145.36	0.8	0.75	0.3	43.608	32.706	54.41	0.237
Baie de stockage	230	764	0.8	0.75	0.3	229.2	171.9	286.5	1.245
Stockage de Baie	230	230	0.8	0.75	0.3	69	51.75	86.25	0.375
Console HP	230	265	0.8	0.75	0.3	79.5	59.625	99.75	0.432
Serveur HP	230	5520	0.8	0.75	0.3	1656	1242	1756.5	9
						8031.108	6023.031	9725.66	43.346
						8834.22	6625.33	10698.22	47.68

Tableau (IV.3) : bilan de puissance de laboratoire.

Equipementsinformatiques	U(v)	P(W)	η	$\cos\phi$	Tan ϕ	ku	Pabs(W)	Q(VAR)	S(VA)	Ib(A)
Reid vapeur pressure bath	230	1842.3	0.8	0.89	0.51	0.75	1727.16	880.85	1938.8	8.43
Analyseur de souffre	230	160	0.8	0.89	0.51	0.75	150	76.5	168.38	0.73
viscosimètre	230	600	0.8	0.89	0.51	0.75	562.5	286.875	631.43	2.73
Centrifuge	230	1289.61	0.8	0.89	0.51	0.75	1209	616.6	1357.15	5.9
Bain marie	230	1330.55	0.8	0.89	0.51	0.75	1247.4	636.17	1400.25	6
compresseur	230	700	0.8	0.89	0.51	0.75	656.25	334.68	736.66	3.2
Passeur d'échantillon	230	1520	0.8	0.89	0.51	0.75	1425	726.75	1599.62	6.95
PM-93	230	3070.5	0.8	0.89	0.51	0.75	2878.6	1468	3231.3	14.05
Somme							9855.91	5026.425	11063.59	48
							5913.546	3015.855	6638.154	28.8
							6504.9	3317.4405	7301.9694	31.68

$P=15.34KW/Q==9.9KVAR / S=18 KVA /I=79.36A$



FigIV.2 : schémaunifilaire de l'alimentation d'UPS 20KVA.

Un UPS de 40kVAalimente l'ensemble des PC et imprimantes existant au niveau du bloc.

Tableau (IV.4) : bilan de puissance des équipements informatiques de l'ancien bloc.

Equipements informatiques	U (v)	P (w)	Cos(φ)	Tan(φ)	Ku	P _a (w)	Q(VAR)	S (VA)	Ib (A)
Pc Alfatron et pc Fujusu	230	42504	0.8	0.75	0.3	12751.2	9563.4	15939	69.3
Pc waddo	230	14775.2	0.8	0.75	0.3	4432.56	3324.42	5540.7	24.09
Pc HP(all in one)	230	7820	0.8	0.75	0.3	2346	1759.5	2932.5	12.75
Pc HP 2208	230	7176	0.8	0.75	0.3	2152.8	1614.6	2691	11.7
Pc DELL	230	2208	0.8	0.75	0.3	662.4	496.8	828	3.6
Pc Samsung	230	496	0.8	0.75	0.3	148.8	111.6	186	0.81
Pc HP	230	5152	0.8	0.75	0.3	1545.6	1159.2	1932	8.4
XEROX	230	22080	0.8	0.75	0.3	6624	4968	8280	36
XEROX phaser 3330	230	10304	0.8	0.75	0.3	3091.1	2318.4	3863.92	16.8
XEROX 3335	230	4600	0.8	0.75	0.3	1380	1035	1725	7.5
Imprimante HP	230	368	0.8	0.75	0.3	110.4	82.8	138	0.6
Imprimante Oki	230	5060	0.8	0.75	0.3	1518	1138.5	1897.5	8.25
Imprimante I560	230	184	0.8	0.75	0.3	55.2	41.4	96	0.3
Imprimante canon IR2016	230	496.8	0.8	0.75	0.3	149.04	111.78	186.3	0.81
Imprimante laser HP monochrome	230	3735.2	0.8	0.75	0.3	1120.56	840.42	1400.7	6.09
Imprimante HP laser jet 4100 DTN	230	1196	0.8	0.75	0.3	358.8	269.1	448.5	1.95
Ecran TFT 22''	230	100	0.8	0.75	0.3	30	22.5	37.5	0.16
Scanner DELL	230	736	0.8	0.75	0.3	220.8	165.6	275	1.2
Imprimante Samsung	230	736	0.8	0.75	0.3	220.8	165.5	275	1.2
						23350.83	17513.172	29203.572	126.9
						25685.92	19264.489	32123.93	139.6

Putot=25.7KWatt /Qutot=19.26KVAR /Stot=32.1KVA /Ibtot=139.6A

IV.4.2 Nouveau bloc :

IV.4.2.1 Rez-de-chaussée :

Un UPS de 60KVA alimente l'ensemble des équipements informatique.

Tableau (IV.5) : bilande puissance équipements informatiques du rez-de-chaussée.

Equipements informatiques	U(v)	P(W)	η	$\cos\phi$	$\tan\phi$	k_u	Pabs(W)	Q(VAR)	S(VA)	Ib(A)
Pc ALFATRON /FUJUSU	230	9384	1	0.8	0.75	0.3	2815.2	2111.4	3519	15.3
Pc WADD0	230	2116	1	0.8	0.75	0.3	634.8	476.1	793.5	3.45
Pc HP all in one	230	1876.8	1	0.8	0.75	0.3	563.04	422.28	703.8	3.06
Impimante XEROX	230	1472	1	0.8	0.75	0.3	441.6	331.2	552	2.4
Imptimante XEROX phaser3330	230	644	1	0.8	0.75	0.3	193.2	144.9	241.5	1.05
Imprimante canon IR2018	230	607.8	1	0.8	0.75	0.3	182.16	136.62	227.7	0.99
Ecrant TFT42''	230	235	1	0.8	0.75	0.3	70.5	52.875	88.125	0.38
somme							4900.5	3675.375	6125.625	26.63
							2940.3	2205.225	3675.375	15.978
							3234.33	2425.7475	4042.9125	17.5758

Tableau (IV.6) : bilan de puissance des switches et serveurs du rez-de-chaussée.

Equipements informatiques	U(v)	P(W)	η	cos ϕ	Tan ϕ	ku	Pabs(W)	Q(VAR)	S(VA)	Ib(A)
Serveur	230	1214.4	1	0.8	0.75	0.3	364.32	273.24	455.4	1.98
Switch catalyst9200L	230	4416	1	0.8	0.75	0.3	1324.8	993.6	1656	7.2
Switch catalyst3850L	230	2145	1	0.8	0.75	0.3	643.5	482.625	804.375	3.5
Serveur IBM	230	2428.8	1	0.8	0.75	0.3	728.64	546.48	910.8	3.96
Serveur sauvegarde	230	5520	1	0.8	0.75	0.3	1656	1242	2070	9
ROT WIFI	230	220.8	1	0.8	0.75	0.3	66.24	49.68	82.8	0.36
somme							4783.5	3587.625	5979.375	26
							4783.5	3587.625	5979.375	26
							5261.85	3946.3875	6577.3125	28.6

Putot=8.5KWatt/Qtot=6.37Kvar/Stot=10.6KVA/Ibtot=46.18A

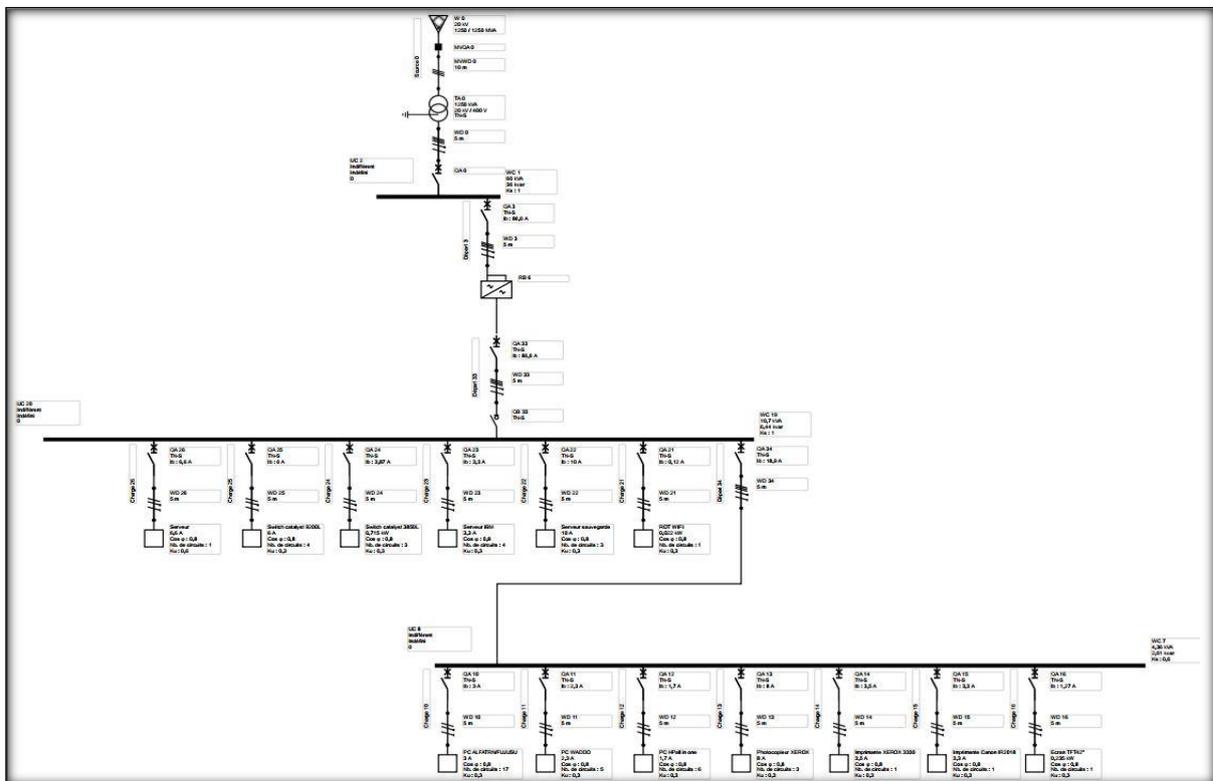


Fig IV.3 : schéma unifilaire de l'alimentation de l'UPS de 60KVA.

IV.4.2.2 1er étage :

Un UPS de 30KVA alimente les équipements informatiques de 1^{er} étage.

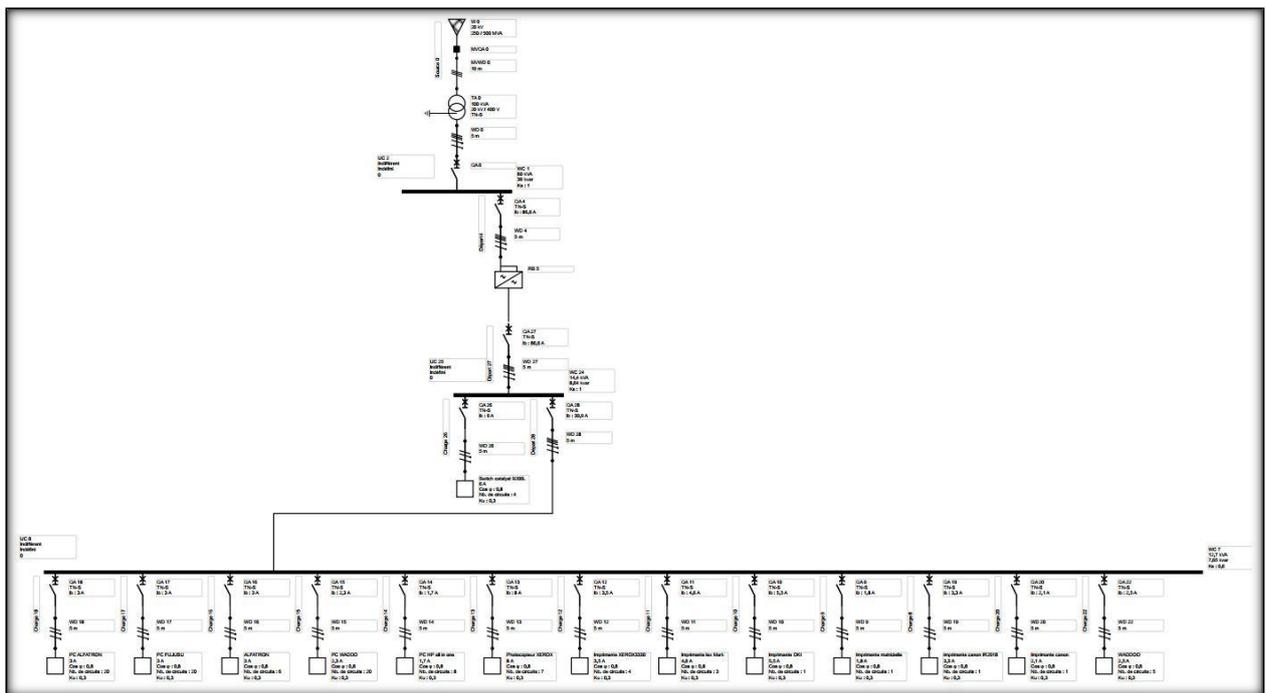
Tableau (IV.7) : bilan de puissance des équipements informatiques du 1^{er} étage.

Equipements informatiques	U(v)	P(W)	η	$\cos\phi$	$\tan\phi$	k_u	Pabs(W)	Q(VAR)	S(VA)	Ib(A)
Pc ALFATRON	230	25392	1	0.8	0.75	0.3	7617.6	5313.2	9522	41.4
Pc WADDO	230	10580	1	0.8	0.75	0.3	3174	2380.5	3967.5	17.25
Pc HP all in one	230	2815.2	1	0.8	0.75	0.3	844.56	633.42	1055.7	4.59
Imprimante XEROX	230	10304	1	0.8	0.75	0.3	3091.2	2318.4	3864	16.8
Imprimante XEROX phaser 3330	230	2576	1	0.8	0.75	0.3	772.8	579.6	966	4.2
Imprimante LEXMARK	230	2539.2	1	0.8	0.75	0.3	761.76	571.32	952.2	4.14
Imprimante matricielle	230	331.2	1	0.8	0.75	0.3	99.36	74.52	124.2	0.54
Imprimante OKI	230	1012	1	0.8	0.75	0.3	303.6	227.7	379.5	1.65
Imprimante canon IR2018	230	607.2	1	0.8	0.75	0.3	182.22	136.665	227.775	0.99
Imprimante canon	230	386.4	1	0.8	0.75	0.3	115.92	86.94	144.9	0.63
somme							16963.02	10622.25	21722.265	92.19
							10177.812	6373.35	12722.265	55.314
							11195.5938	7010.685	13994.49	60.8454

Tableau (IV.8) : bilan de puissances des switches du 1er étage.

Equipements informatiques	U(v)	P(W)	η	$\cos\phi$	$\tan\phi$	k_u	Pabs(W)	Q(VAR)	S(VA)	Ib(A)
Switch catalyst 9200L	230	4416	1	0.8	0.75	0.3	1324.8	993.6	1656	7.2
Somme							1324.8	993.6	1656	7.2
							1457.28	1092.96	1821.6	7.92

Putot=12.5KWatt /Qtot=8KVAR/Stot=15.65KVA/Ibtot=68.1A



FigIV.4:schéma unifilaire de l'alimentation d'UPS 30KVA.

IV.4.2.3 2eme étage :

Un UPS de 30KVA alimente les équipements informatiques de 2eme étage.

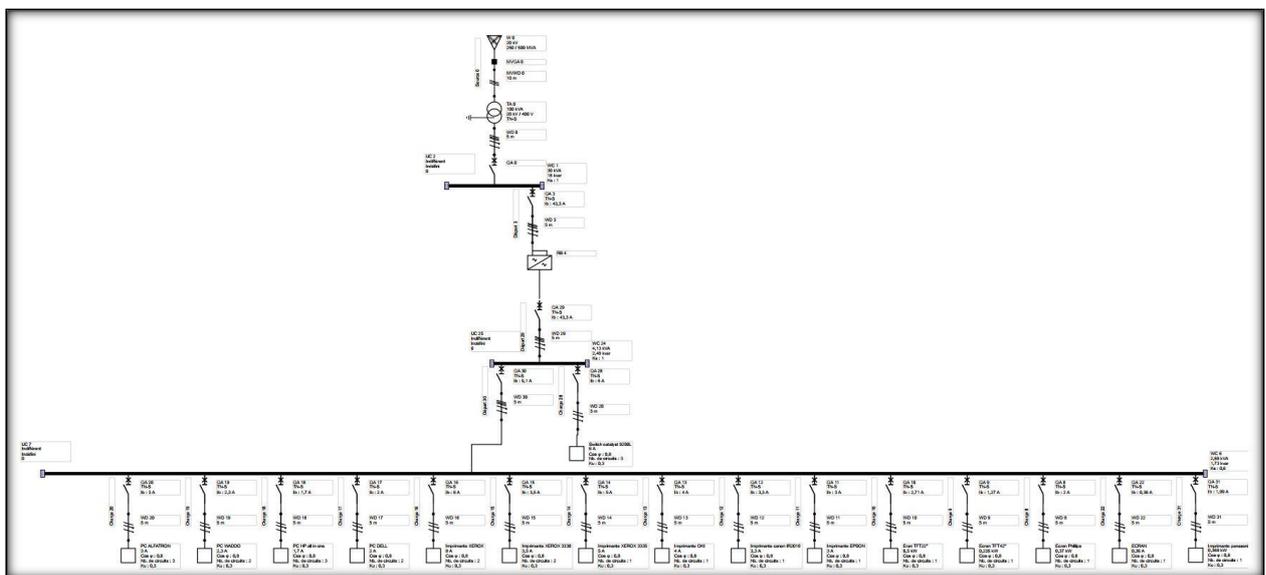
Tableau (IV.9) : bilan de puissance des équipements informatiques du 2ème étage.

Equipements informatiques	U(v)	Pu(W)	η	cos ϕ	Tan ϕ	ku	Pabs(W)	Qabs(VAR)	S(VA)	Ib(A)	
Pc ALFATRON/FUUJUS	230	2760	1	0.8	0.75	0.3	828	621	1035	4.5	
Pc HP all in one	230	1564	1	0.8	0.75	0.3	469.2	351.9	586.5	2.55	
Pc WADDO	230	1692.8	1	0.8	0.75	0.3	507.84	380.88	634.8	2.76	
Pc DELL	230	368	1	0.8	0.75	0.3	110.4	82.8	138	0.6	
Imprimante XEROX	230	7360	1	0.8	0.75	0.3	2208	1656	2760	12	
Imprimante XEROX phaser 3330	230	1288	1	0.8	0.75	0.3	386.44	289.8	483	2.1	
Imprimante XEROX phaser 3335	230	920	1	0.8	0.75	0.3	276	207	345	1.5	
Imprimante OKI	230	736	1	0.8	0.75	0.3	220.8	165.6	276	1.2	
Imprimante canon IR 2018	230	607.2	1	0.8	0.75	0.3	182.16	136.622	227.7	0.99	
Imprimante panasonic	230	368	1	0.8	0.75	0.3	110.4	82.8	138	0.6	
Imprimante EPSON	230	55.2	1	0.8	0.75	0.3	16.56	12.42	20.7	0.09	
Ecran TFT 22''	230	50	1	0.8	0.75	0.3	15	11.25	18.75	0.08	
Ecran TFT 42''	230	235	1	0.8	0.75	0.3	70.5	52.875	88.125	0.38	
Ecran phillips	230	370	1	0.8	0.75	0.3	111	83.25	138.75	0.6	
ECRAN	230	360	1	0.8	0.75	0.3	108	81	135	0.56	
							somme	5620.26	4215.195	7025.325	30.51
								3372.156	2529.117	4215.195	18.306
								3709.3716	2782.0287	4636.7145	20.1366

Tableau (IV.10) : bilan de puissance des switches du 2eme étage.

Equipements informatiques	U(v)	P(W)	η	$\cos\phi$	$\tan\phi$	ku	Pabs(W)	Q(VAR)	S(VA)	Ib(A)
Switch catalyst 9200L	230	1104	1	0.8	0.75	0.3	331.2	248.4	414	1.8
							331.2	248.4	414	1.8
							364.32	273.24	455.4	1.98

Putot=4.07KWatt/Qtot=3.05KVAR/Stot=5.1KVA/Ibtot=22.1166A



FigIV.5:schémaunifilaire de l'alimentation d'UPS 30KVA.

IV.5 Dimensionnement de la section de câble :

Le but d'avoir une section de câble adéquate dans une installation électrique est importer le maximum de puissance de la source vers la charge. Pour cela, il est important de dimensionner parfaitement la section de câble d'une installation électrique. En effet, un câble trop faible peut entrainer à un échauffement due à la résistance du câble et la température élevée, ce qui peut provoquer un incendie et une perte de tension (puissance dissipée) d'un côté ; d'autre coté, une section trop importante peut entrainer à un problème de cout et du poids.

IV.5.1 Les paramètres qui influent dans le calcul de la section de câble :

Pour calculer la section du câble dans une installation électrique, il faut tenir compte des paramètres suivants :

- La nature et le type du conducteur : multiconducteur ou mono-conducteur.
- La nature et le type d'isolant : PVC polychlorure de vinyle, caoutchouc, PR polyéthylène réticulé...etc.
- Mode de pose du conducteur : selon la disposition des câbles.
- Les facteurs de correction liés aux conditions de l'installation : K1, K2, K3 (méthodes non enterrées), K4, K5, K6, K7 (méthodes enterrées).

IV.5.2 Les courants qui influent sur la section de câble :

IV.5.2.1 Le courant d'emploi I_b :

Le courant d'emploi I_b est le courant réellement transportée par les conducteurs en service normale. Il dépend de la puissance des appareils alimentés et il est déterminé à partir du courant absorbée. il est corrigé selon plusieurs facteurs (K_u, K_s, K_e).

Il est donné par la relation suivante :

Circuit monophasé :

$$I_b = \frac{P_{abs}}{U \cos \varphi} * k_u * k_s * k_e \quad (IV.7)$$

IV.5.2.2 Le courant admissible I_z :

Le courant admissible I_z est la valeur constante que peut supporter un conducteur dans les conditions données, tel que la température ne doit pas être supérieure à la valeur spécifiée.

Le courant d'emploi I_b est lié au courant admissible par la relation suivante :

$$I_z \geq I_b$$

IV.5.3 Méthode de calcul des sections de Câbles :

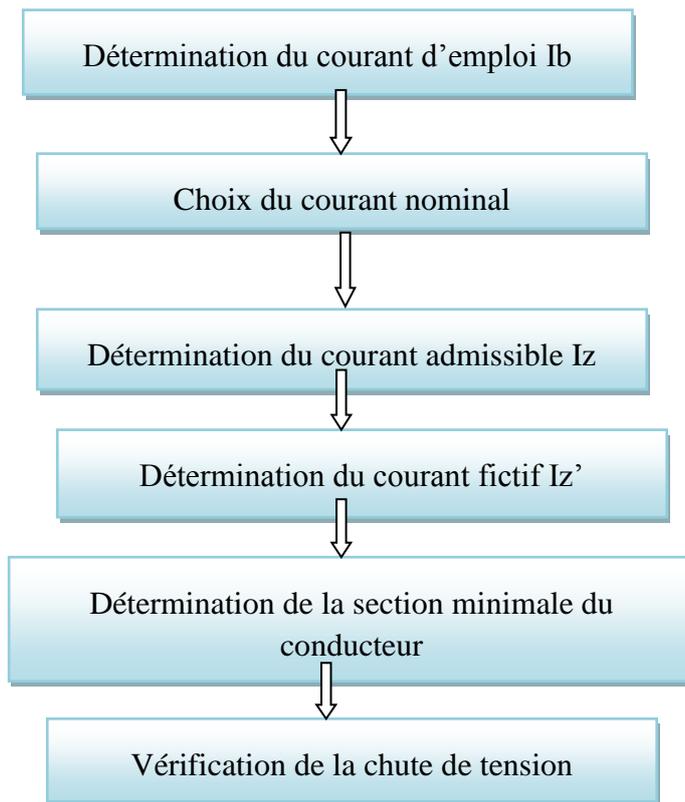


Fig IV.6 :organigramme de calcul des sections des câbles

1ere étape :

- Déterminer la lettre de sélection : qui tient compte du type du conducteur et de mode pose. [11].

Tableau(IV.11) : détermination de la lettre de sélection.

Type d'élément conducteur	Mode de pose	Lettre de sélection
Conducteurs et câbles multiconducteur	- Sous conduit, profilé ou goulotte, apparent ou encastré. - Sous vide de construction, faux plafond - Sous caniveau, moulures, plinthes, chambranles	B
	- En apparent contre mur ou plafond - Sur chemin de câble ou tablettes mon perforées	C
Câbles multiconducteurs	- Sur échelle, corbeaux, chemin de câble perforé - Fixé en apparent, espacés de la paroi - câbles suspendus	E
Câbles mono-conducteur	- Sur échelle, corbeaux, chemin de câble perforé - Fixé en apparent, espacés de la paroi - câbles suspendus	F

- Déterminer le facteur de correction K1 : il tient compte de mode de pose. [11]

Tableau(IV.12) : détermination du facteur de correction K1.

Lettre de sélection	Cas d'installation	K1
B	- câbles dans les produits encastrés directement dans les matériaux thermiquement isolants	0.70
	- conduits encastrés dans les matériaux thermiquement isolants	0.77
	- câbles multiconducteurs	0.90
	- vide de construction et caniveaux	0.95
C	- sous plafond	0.95
B,C,E,F	- autres cas	1

- Déterminer le facteur de correction K2 : il dépend de la lettre de sélection et le nombre de circuits. [11]

Tableau (IV.13) : détermination du facteur de correction K2.

Lettre de sélection	Disposition des câbles jointifs	Nombre de circuits ou de câbles multiconducteur										
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	12	
B	Encastré ou noyés dans les parois	1.00	0.80	0.70	0.65	0.60	0.57	0.54	0.52	0.50	0.45	
C	Simple couche sur les murs ou sur les planchers ou tablettes non perforées	1.00	0.85	0.79	0.75	0.73	0.72	0.72	0.71	0.70	0.70	
	Simple couche au plafond	0.95	0.81	0.72	0.68	0.66	0.64	0.63	0.62	0.61	0.61	
E, F	Simple couche sur des tablettes horizontales perforées ou tablettes verticales	1.00	0.88	0.82	0.77	0.75	0.73	0.73	0.72	0.72	0.72	
	Simple couche sur des échelles à câbles, corbeaux, etc.	1.00	0.87	0.82	0.80	0.80	0.79	0.79	0.78	0.78	0.78	

- Déterminer le facteur de correction K3 : il dépend de la température ambiante et le type d'isolant. [11]

Tableau(IV.14) : détermination du facteur de correction K3.

Température	Nature de l'isolant		
	Ambiante en °C	Elastomère (caoutchouc)	Polychlorure de vinyle (PVC)
10	1.29	1.22	1.15
15	1.22	1.17	1.12
20	1.15	1.12	1.08
25	1.07	1.07	1.04
30	1.00	1.00	1.00
35	0.93	0.93	0.96
40	0.82	0.87	0.91
45	0.71	0.79	0.87
50	0.58	0.71	0.82
55		0.61	0.76
60		0.50	0.71

2eme Etape :

- Déterminer le courant d'emploi I_b
- Déterminer l'intensité normalisée en A (calibre du disjoncteur) : il est choisi immédiatement supérieur au courant d'emploi :

Les valeurs courantes de calibre, exprimées en Ampère A sont les suivantes :

1-2-3-5-10-16-20-25-32-40-50-63-70-80-100-125-160-200-250-320-400-500

3eme étape :

- Déterminer le courant admissible I_z non corrigé :

Il existe deux possibilités pour déterminer I_z :

- Si la protection est assurée par un disjoncteur donc :

Iz=In (calibre du disjoncteur)

- Si la protection est assurée par un fusible, cela dépend du calibre :

Si $I_n < 10A$: $I_z = 1.31 * I_n$

SI $10A < I_n < 25A$: $I_z = 1.21 * I_n$

Si $I_n > 25A$: $I_z = 1.10 * I_n$

- Déterminer le courant fictif I_z' :

Le courant admissible corrigé en fonction du mode de pose et des conditions d'influences externes. il se calcule de la manière suivante :

$$I_z' = \frac{I_z}{K} \text{ Tel que } K = K_1 * K_2 * K_3 \quad I_z : \text{ la valeur normalisée du courant d'emploi.}$$

4eme étape :

- Détermination de la section du câble : à partir du tableau de la détermination de la section minimale du conducteur. [11]

		Isolant et nombre de conducteurs chargés (3 ou 2)								
		Caoutchouc ou PVC			Butyle ou PR ou éthylène PR					
Lettre de sélection	B	PVC3	PVC2		PR3		PR2	PR2		
	C		PVC3		PVC2	PR3				
	E			PVC3		PVC2	PR3		PR2	
	F				PVC3		PVC2	PR3		PR2
Section	1.5	15.5	17.5	18.5	19.5	22	23	24	26	
Cuivre	2.5	21	24	25	27	30	31	33	36	
(mm²)	4	28	32	34	36	40	42	45	49	
	6	36	41	43	48	51	54	58	63	
	10	50	57	60	63	70	75	80	86	
	16	68	76	80	85	94	100	107	115	
	25	89	96	101	112	119	127	138	149	161
	35	110	119	126	138	147	158	169	185	200

	50	134	144	153	168	179	192	207	225	242
	70	171	184	196	213	229	246	268	289	310
	95	207	223	238	258	278	298	328	352	377
	120	239	259	276	299	322	346	382	410	437
	150		299	319	344	371	395	441	473	504
	185		341	364	392	424	450	506	542	575
	240		403	430	461	500	538	599	641	679
	300		464	497	530	576	621	693	741	783
	400					656	754	825		940
	500					749	868	946		1083
	630					855	1005	1088		1254
Section Aluminium (mm²)	2.5	16.5	18.5	19.5	21	23	25	26	28	
	4	22	25	26	28	31	33	35	38	
	6	28	32	33	36	39	43	45	49	
	10	39	44	46	49	54	59	62	67	
	16	53	59	61	66	73	79	84	91	
	25	70	73	78	83	90	98	101	108	121
	35	86	90	96	103	112	122	126	135	150
	50	104	110	117	125	136	149	154	164	184
	70	133	140	150	160	174	192	198	211	237
	95	161	170	183	195	211	235	241	257	289
	120	186	197	212	226	245	273	280	300	337
	150		227	245	261	283	316	324	346	389
	185		259	280	298	323	363	371	397	447
	240		305	330	352	382	430	439	470	530
	300		351	381	406	440	497	508	543	613
	400						526	600	663	740
	500						610	694	770	856
630						711	808	899	996	

Tableau(IV.15) : détermination de la section minimale des conducteurs.

5^{ème} étape :

- Vérification de la chute de tension.

IV.5.4 Calcul de la chute de tension :

Le conducteur présente une résistance non négligeable. Cette résistance entraîne une chute de tension tout au long de la canalisation. La norme NFC-15-100 impose une chute de tension maximum à ne pas dépasser :

	Eclairage	Autres usages
Installation alimentée à partir d'un réseau de distribution publique BT	3%	5%
Installation alimentée à partir d'un poste privé	6%	8%

La norme NF C 15-100 donne la formule de calcul de la chute de tension :

$$\underline{\Delta U} = b * \left(\frac{\rho}{S}\right) * L * \cos\varphi + \lambda * \sin\varphi \quad (\text{IV.8})$$

Tel que :

$\underline{\Delta U}$: chute de tension en volts.

b : coefficient : 2 pour les circuits monophasés.

1 pour les circuits biphasés.

$\sqrt{3}$ Pour les circuits triphasés.

L : longueur de canalisation en m.

S : section de câble en mm².

Cos φ : facteur de puissance, en absence de d'indication cos φ =0.8.

λ : réactance linéique des conducteurs : $\lambda=0.08\text{m}\Omega / \text{m}$ pour les câbles multiconducteurs.

$\lambda=0.09\text{m}\Omega / \text{m}$ pour les câbles mono-conducteurs jointifs.

$\lambda=0.13\text{m}\Omega / \text{m}$ pour les câbles mono-conducteurs séparés.

ρ : résistivité du conducteur : $\rho=0.0225\Omega.mm^2/m$ pour le cuivre.

$\rho=0.0066\Omega.mm^2/m$ pour l'aluminium.

I_b : courant d'emploi.

Tableau (IV.16) : tableau simplifié de calcul de chute de tension.

Cuivre	Aluminium	Circuit monophasé			Circuit triphasé équilibré		
		Force motrice		Eclairage	Force motrice		Eclairage
		Service normal Cos(ϕ)=0.8	Démarrage Cos(ϕ)=0.35	Cos(ϕ)=1	Service normal cos(ϕ)=0.8	Démarrage Cos(ϕ)=0.8	Cos(ϕ)=1
1.5		24	10.6	30	20	9.4	25
2.5		14.4	6.4	18	12	5.7	15
4		9.1	4.1	11.2	8	3.6	9.5
6	10	6.1	2.9	7.5	5.3	2.5	6.2
10	16	3.7	1.7	4.5	3.2	1.5	3.6
16	25	2.36	1.15	2.8	2.05	1	2.4
25	35	1.5	0.75	1.8	1.3	0.65	1.5
35	50	1.15	0.6	1.29	1	0.52	1.1
50	70	0.86	0.47	0.95	0.75	0.41	0.77
70	120	0.64	0.37	0.64	0.56	0.32	0.55
95	150	0.48	0.30	0.47	0.42	0.26	0.4
120	185	0.39	0.26	0.37	0.34	0.23	0.31
150	240	0.33	0.24	0.3	0.29	0.21	0.27
185	300	0.29	0.22	0.24	0.25	0.19	0.2
240	400	0.24	0.20	0.19	0.21	0.17	0.16
300	500	0.21	0.19	0.15	0.18	0.16	0.13

$$\Delta U = K * I_n * L$$

Tel que :

K : donné par le tableau.

In : calibre de protection.

L : longueur du câble.

N.B :

La section du câble dépend de la longueur (L), la résistivité(ρ), le courant d'emploi(I_b) et de la chute de tension (ΔU). On peut donc calculer aussi directement la section de câble, cela en imposant la chute de tension par la relation suivante :

$$S = \frac{2 * L * I_z * \rho}{\Delta U} \text{ (IV.9)}$$

IV.6 Calcul de la section de câble au niveau de la DRGB :

IV.6.1 Ancien bloc :

Au niveau de l'ancien bloc, deux câbles sont utilisés :

Tableau (IV.17) : section de câble de l'ancien bloc.

	Câble 1(UPS de 20KVA)	Câble 2(UPS de 40KVA)
Lettre de section	E	E
Coefficient K1	1	1
Coefficient K2	0.72	0.72
Coefficient K3	1	1
Coefficient K	0.72	0.72
Courant normalise I_z	80	160
Courant fictif I_z'	111.11	222.2
Section de l'âme	25mm ²	70mm ²

Calcul de la chute de tension :

Câble 1 :

$$\underline{\Delta U} = 2 * 79.36 \left(22.5 * \frac{50 * 10^{-3}}{25} * 0.8 + 8 * 10^{-3} * 50 * 10^{-3} * 0.75 \right) = 5.76 \text{ V (IV.10)}$$

$$\frac{\Delta U}{U} = 2.5\%$$

Câble 2 :

$$\underline{\Delta U} = 2 * 139.6 \left(22.5 * \frac{50 * 10^{-3}}{70} * 0.8 + 8 * 10^{-3} * 50 * 10^{-3} * 0.75 \right) = 3.63 \text{ V (IV.11)}$$

$$\frac{\Delta U}{U} = 1.6\%$$

IV.6.2 Nouveau bloc :**Tableau (IV.18) :** section de câble du nouveau bloc.

	Câble 1	Câble 2	Câble 3
Lettre de section	E	E	E
Coefficient K1	1	1	1
Coefficient K2	0.72	0.72	0.72
Coefficient K3	1	1	1
Coefficient K	0.72	0.72	0.72
Courant normalisé Iz	50	70	25
Courant fictif Iz'	69.4	97.22	34.72
Section de l'âme	16mm ²	25mm ²	6mm ²

Calcul de la chute de tension :

Câble 1 :

$$\underline{\Delta U} = 2 * 46.18 \left(22.5 * \frac{50 * 10^{-3}}{16} * 0.8 + 8 * 10^{-3} * 50 * 10^{-3} * 0.75 \right) = 5.22 \text{ V (IV.12)}$$

$$\frac{\Delta U}{U} = 2.27\%$$

Câble 2 :

$$\underline{\Delta U} = 2 * 68.1 \left(22.5 * \frac{60 * 10^{-3}}{25} * 0.8 + 8 * 10^{-3} * 60 * 10^{-3} * 0.75 \right) = 5.93 \text{ V (IV.13)}$$

$$\frac{\Delta U}{U} = 2.58\%$$

Câble 3 :

$$\Delta U = 2 * 22.1166 \left(22.5 * \frac{70 * 10^{-3} * 0.8 + 8 * 10^{-3} * 70 * 10^{-3} * 0.75}{6} \right) = 9.3 \text{ V (IV.14)}$$

$$\frac{\Delta U}{U} = 4\%$$

IV.7 Dimensionnement du nouvel onduleur pour la nouvelle salle électrique de la DRGB :

Le but de notre étude est de dimensionner un seul UPS qui va alimenter tous les équipements informatiques ondulé de la DRGB à travers deux câbles (un câble vers l'ancien bloc et l'autre vers le nouveau bloc), vu que les 5 UPS existant sont sous utilisés. Cet UPS va être placé dans la nouvelle salle électrique.

Afin de dimensionner l'UPS on doit définir ses caractéristiques en prenant compte des calculs précédents.

Tableau (IV.19) : bilan puissance de l'ancienne installation.

Equipements	P(Watt)	Q(KVAR)	S(KVA)	Ib(A)
Ancien bloc	41.04	29.16	50.1	218.96
Nouveau bloc	25.07	17.42	31.35	136.40
totalité	66.11	46.58	81.35	355.36

Selon le catalogue des constructeurs des UPS, l'UPS convenant à la nouvelle installation est le suivant : [8]

Tableau (IV.20) : caractéristiques du nouvel UPS.

Puissance apparente Sn	100KVA
Puissance active Pn	90KWatt
Tension nominale	400 v (3ph-N)
Fréquence nominale	50-60hz
Facteur de puissance	0.9
Batterie : espérance de vie	10 ans
Dimension de l'UPS	700 x 800 x 1 930 mm

Les longueurs des deux câbles qui vont alimenter l'ensemble des équipements sont les suivants :

Longueur de câble 1 de l'ancien bloc 150m.

Longueur de câble 2 de nouveau bloc 70m.

Tableau (IV.21) : section de câble de la nouvelle installation.

	Câble 1	Câble 2(70m)
Lettre de section	E	E
Coefficient K1	1	1
Coefficient K2	0.72	0.72
Coefficient K3	1	1
Coefficient K	0.72	0.72
Courant normalisé I_z	250	160
Courant fictif I_z'	347.22	222.22
Section de l'âme	185mm ²	70mm ²

IV.8 Le courant de court-circuit :

IV.8.1 Définition :

Le courant de court-circuit est un courant provoqué par un défaut d'impédance négligeable entre deux points d'installation qui présentent normalement une différence de potentiel.

IV.8.2 Objectif de calcul de I_{cc} :

Le calcul de courant de court-circuit a pour but de :

- Déterminer le pouvoir de coupure PDC : c'est-à-dire vérifier que les dispositifs de protection sont capables de couper le courant de court-circuit maximal susceptible d'apparaître dans la zone d'influence de la protection sans détérioration. (Courant symétrique de court-circuit selon la norme CEI).

- Déterminer le pouvoir de fermeture PDF ; c'est-à-dire : vérifier que les dispositifs de coupures sont capables de se refermer sans détérioration sur le courant de court-circuit crête susceptible de se produire lorsque le dispositif se ferme.

- Déterminer la section de conducteur qui permet de supporter les contraintes thermiques, c'est-à-dire : les canalisations sont capables de résister à l'énergie transvasant pendant le temps de déclenchement de la protection au cas où d'un court-circuit.

IV.8.3 Les caractéristiques de courant I_{cc} :

Les courants de courts circuits sont caractérisés par :

- Leurs durées : Fugitif, auto-extincteur ou permanent.
- Leurs origines : mécaniques (rupture de conducteurs, liaison électrique accidentelle entre deux conducteurs par un corps étranger), surtensions électriques d'origine interne ou atmosphérique, ou à la suite d'une dégradation de l'isolement, consécutive à la chaleur, l'humidité ou une ambiance corrosive.
- Leur localisation : interne ou externe à une machine ou un tableau électrique.
- Monophasés : 80 % des cas.
- Biphases : 15 % des cas. Ces défauts dégénèrent souvent en défauts triphasés ;
- Triphasés : 5 % seulement dès l'origine.

IV.8.4 Méthode de calcul de courant I_{cc} :

Le calcul peut se faire suivant l'une de ces trois méthodes :

- **Méthode conventionnelle :**

Elle permet de calculer I_{cc} min.

- **Méthode rapide :**

Elle peut s'appliquer dans le cas où les paramètres de courant de court-circuit ne sont pas tous connus. Cette méthode donne la valeur d' I_{cc} min uniquement, cela en déterminant le I_{cc} en un point du réseau et en connaissant I_{cc} amont.

- **Méthode des impédances :**

Elle consiste à additionner toutes les résistances R et les réactances X du circuit en amont du court-circuit pour calculer l'impédance Z. cette méthode est la plus précise mais elle nécessite la connaissance des paramètres du circuit du défaut.

IV.8.5 Calcul d'I_{cc} de la nouvelle installation : [9] [13]

En utilisant la méthode des impédances :

$$I_{cc} = \frac{m \cdot c \cdot U_n}{\sqrt{3} \cdot Z_{cc}} \quad (\text{IV.15})$$

Tel que :

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

m : facteur de charge à vide=1.05

c : facteur de tension max=1.05

U_n : tension nominale entre phase au secondaire du transformateur.

$$Z_{cc} = \sqrt{\sum R_T^2 + \sum X_T^2} \quad (\text{IV.16})$$

Tel que :

R_T : sommes des résistances en série exprimées en Ω.

X_T : sommes des réactances en série exprimées en Ω.

$$R_T = R_{\text{amont}} + R_{\text{trans}} + R_{\text{jdb}} + R_{\text{disj}} + R_c$$

$$X_T = X_{\text{amont}} + X_{\text{trans}} + X_{\text{jdb}} + X_{\text{disj}} + X_c$$

- **Calcul de l'impédance du réseau amont : [7] [13]**

L'impédance du réseau amont est donnée par la relation suivante :

$$Z_a = \frac{(m \cdot U)^2}{S_{cc}} \quad (\text{IV.17})$$

Tel que :

m : facteur de charge à vide=1.05

U : la tension composée du réseau non chargé.

Scc : puissance apparente du court-circuit.

$$Z_{amont} = \frac{(1.05 * 400)^2}{500 * 10^6} = 0.3528 \text{ m}\Omega \text{ (IV.18)}$$

$$R_{amont} = 0.1 * Z_a \text{ (IV.19)}$$

$$R_{amont} = 0.1 * 0.3528 = 0.03528 \text{ m}\Omega \text{ (IV.20)}$$

$$X_{amont} = 0.995 * Z_a \text{ (IV.21)}$$

$$X_{amont} = 0.995 * 0.3528 = 0.351 \text{ m}\Omega \text{ (IV.22)}$$

- **Calcul de l'impédance interne du transformateur :**

L'impédance interne du transformateur se calcule à partir de la tension de court-circuit U_{cc} exprimée en % :

$$Z_{trans} = \frac{U_{cc} * U^2}{100 S_n} \text{ (IV.23)}$$

Tel que :

U_{cc} : tension de court-circuit du transformateur exprimée en %.

Tableau (IV.22) : tension de court-circuit U_{cc} normalisée pour les transformateurs HTA / BT de distribution publique

Puissance du transformateur HTA/BT(en kVA)	≤ 630	800	1000	1250	1600	2000
Tension de court-circuit u_{cc} (en %)	4	4,5	5	5,5	6	7

U : tension composée à vide du transformateur.

S_n : puissance apparente du transformateur.

$$R_{Trans} = \frac{W_C * U^2 * 10^{-3}}{S^2} \quad (\text{IV.24})$$

Tel que :

W_C : pertes cuivre (Watt).

S : puissance apparente du transformateur (KVA).

$$R_{Trans} = \frac{16400 * 420^2 * 10^{-3}}{1250^2} = 1.85 \text{ m}\Omega \quad (\text{IV.25})$$

$$X_{Trans} = \sqrt{Z_{Trans}^2 - R_{Trans}^2} \quad (\text{IV.26})$$

Tel que :

$$Z_{Trans} = \frac{5.5}{100} * \frac{420^2}{1250} = 7.7616 \text{ m}\Omega \quad (\text{IV.27})$$

$$X_{Trans} = \sqrt{(7.7616)^2 - (1.85)^2} = 7.53 \text{ m}\Omega \quad (\text{IV.28})$$

- **Calcul de l'impédance des jeux de barres :**

La résistance de jeu de barre se calcule à partir de l'équation suivante :

$$R_{jdb} = \rho * \frac{L}{S} \quad (\text{IV.29})$$

Tel que :

ρ : résistivité du conducteur.

L : la longueur exprimée en m.

S : section du conducteur exprimée en mm^2

$$R_{jdb} = 0.0225 * \frac{5}{185} = 6.08 * 10^{-4} \text{ m}\Omega \quad (\text{IV.30})$$

La réactance des jeux de barres est donnée par la relation suivante :

$$X_{jdb} = 0.15 \text{ m}\Omega / \text{m} \quad (\text{IV.31})$$

$$X_{jdb} = 0.15 * 5 = 0.75 \text{ m}\Omega \text{ (IV.32)}$$

- **Calcul de l'impédance du disjoncteur :**

L'impédance du disjoncteur est négligeable :

$$R_{disj} = 0$$

$$X_{disj} = 0$$

- **Calcul de l'impédance de câble :**

La résistance des liaisons de câble se calcule par la formule suivante :

$$R_c = \rho * \frac{L}{S} \text{ (IV.33)}$$

$$R_c = 0.0225 * \frac{15}{185} = 1.82 * 10^{-3} \text{ m}\Omega \text{ (IV.34)}$$

La réactance des liaisons de câble est :

$X_c = 0.08 \text{ m}\Omega / \text{m}$ pour un câble en MT.

$$X_c = 0.08 * 15 = 1.2 \text{ m}\Omega \text{ (IV.35)}$$

- **Calcul de l'impédance de court-circuit :**

$$R_T = \sum R = 0.03528 + 1.85 + 6.08 * 10^{-4} + 1.82 * 10^{-3} = 1.89 \text{ m}\Omega \text{ (IV.36)}$$

$$X_T = \sum X = 0.351 + 7.53 + 0.75 + 1.2 = 9.831 \text{ m}\Omega \text{ (IV.37)}$$

$$Z_{cc} = \sqrt{1.89^2 + 9.831^2} = 10.01 \text{ m}\Omega \text{ (IV.38)}$$

$$I_{cc} = \frac{1.05 * 1.05 * 400}{\sqrt{3} * 10.01 * 10^{-3}} = 25435.7 \text{ A} = 25.44 \text{ kA} \text{ (IV.39)}$$

IV.9 Dimensionnement du disjoncteur de la nouvelle installation :

Toute installation électrique doit être protégée à chaque fois qu'il y ait une discontinuité de service électrique. Au cas où d'un courant du court-circuit, l'appareil de protection placé en

amont doit ouvrir le circuit avant que le courant ait le temps de provoquer la détérioration de l'installation.

Un disjoncteur est un appareil électrique qui a rôle d'établir, de supporter et d'interrompre les courants dans les conditions normales spécifiées du circuit, ainsi que d'établir, de supporter pendant une durée spécifiée et d'interrompre des courants dans les conditions anormales telle que celle du courant de court-circuit.

IV.9.1 Les caractéristiques assignées obligatoires : [10]

Suivant les normes CEI 60 056 et l'ANSI C37-06 qui définissent les caractéristiques assignées :

- **Tension assignée :**

La tension assignée est la valeur efficace maximale de la tension que le matériel peut supporter en service normal. Elle est toujours supérieure à la tension de service.

Valeurs normalisées pour U_r (kV) :

3,6 - 7,2 - 12 - 17,5 - 24 - 36 KV

- **Niveau d'isolement assigné :**

Le niveau d'isolement fixe la tenue diélectrique des matériels de manœuvre et l'onde de choc de foudre. Il est caractérisé par deux valeurs :

La tenue à l'onde de choc (1,2/50 μ s).

La tenue à la fréquence industrielle pendant une minute.

- **Courant assigné en service continu :**

Un disjoncteur étant toujours fermé, le courant de charge doit circuler en respectant une valeur maximale de température fonction des matériaux et du type de liaisons.

- **Courant de courte durée admissible :**

C'est la valeur normalisée efficace du courant de court-circuit maximale admissible sur un réseau pendant 1 ou 3 secondes.

$$I_{cc} = \frac{S_{cc}}{\sqrt{3} * U}$$

Valeurs du pouvoir de coupure assigné en court-circuit maximale (kA) :

6,3 - 8 - 10 - 12,5 - 16 - 20 - 25 - 31,5 - 40 - 50 kA

- **Valeur crête du courant admissible et pouvoir de fermeture :**

Le pouvoir de fermeture est la valeur maximale qu'un disjoncteur est capable d'établir et de maintenir sur une installation en court-circuit. Il doit être supérieur ou égal à la valeur crête du courant de courte durée assigné.

I_{cc} étant la valeur maximale du courant de court-circuit assigné pour la tension assignée du disjoncteur. La valeur de crête du courant de courte durée admissible est égale à :

2,5 * I_{cc} pour 50 Hz.

2,6 * I_{cc} pour 60 Hz.

2,7 * I_{cc} pour les applications particulières.

- **Tension d'alimentation des dispositifs de fermeture, d'ouverture et des circuits auxiliaires :**

Valeurs de tension d'alimentation des circuits auxiliaires :

En courant continu (cc) : 24 - 48 - 60 - 110 ou 125 - 220 ou 250 volts.

En courant alternatif (ca) : 120 - 220 - 230 - 240 volts.

- **Fréquence assignée :**

Deux fréquences sont actuellement utilisées dans le monde : 50 Hz en Europe et 60 Hz en Amérique, quelques pays utilisent les deux fréquences. La fréquence assignée est de 50 Hz ou 60 Hz.

- **Pouvoir de coupure assignée en court-circuit :**

Le pouvoir de coupure assigné en court-circuit est la valeur la plus élevée du courant que le disjoncteur doit être capable de couper sous sa tension assignée.

Il est caractérisé par deux valeurs :

✓ La valeur efficace de sa composante périodique, dénommée par l'abréviation : "pouvoir de coupure assigné en court-circuit"

✓ Le pourcentage de la composante apériodique correspondant à la durée d'ouverture du disjoncteur à laquelle on ajoute une demi-période de la fréquence assignée. La demi-période correspond au temps minimal d'activation d'une protection à maximum de courant, soit 10 ms à 50 Hz.

Suivant la CEI, le disjoncteur doit couper la valeur efficace de la composante périodique du court-circuit (= son pouvoir de coupure nominal) avec le pourcentage d'asymétrie.

En standard la CEI définit les équipements MT pour un %DC de 30%,

Valeurs de pouvoir de coupure assigné en court-circuit :

6,3 - 8 - 10 - 12,5 - 16 20 - 25 - 31,5 - 40 - 50 - 100 KA.

Courant de court-circuit symétrique en (KA) : $I_{sym} = \frac{I_{ac}}{\sqrt{2}}$ (IV.42)

Courant de court-circuit asymétrique en (KA) : $I_{asym} = I_{sym} * \sqrt{1 + 2 * \frac{\%DC^2}{100}}$ (IV.43)

IAC : valeur de crête de la composante périodique (Icc crête).

Tableau (IV.23) : disjoncteur de nouvelle installation.

	I _{sym}	I _{ac}	I _{asym}	PDC	PDC normalisé
Disjoncteur	25.44KA	36KA	27.63KA	25 .45 KA	31.5 KA

IV.9.2 Disjoncteur magnétothermique :

Le disjoncteur magnétothermique a pour rôle de surveiller certains paramètres, pour assurer la protection des circuits selon deux principes : thermique et magnétique. Le disjoncteur thermique réagit à une surcharge de courant et le disjoncteur magnétique réagit à une variation d'intensité et il détecte les courts circuits, les surcharges et. Le disjoncteur magnétothermique associe ces deux fonctions, il détecte les surcharges et les courts circuits à la fois.

Le disjoncteur magnétothermique est doté de deux mécanismes de déclenchement. La partie thermique du mécanisme, sous la forme d'un bilame, réagit de façon temporisée aux surcharges présentes. Le déclenchement magnétique, qui déclenche un noyau plongeur ou une armature mobile via une bobine d'excitation et coupe ainsi le courant présent, réagit en quelques millisecondes à des courants élevés de surcharge ou de court-circuit.

- **Caractéristiques du disjoncteur dimensionné :[12]**

Main	
Range	ComPact
Product name	ComPact NS
Range of product	ComPact NS630b...1600
Device short name	Compact NS1000N
Product or component type	Circuit breaker
Device application	Distribution
Number of poles	4P
Protected poles description	4D
Neutral position	Left
(In) rated current up to 65 °C	1000 A at 50 °C
[Ue] rated operational voltage	690 V AC 50/60 Hz
Network type	AC
Network frequency	50/60 Hz
Suitability for isolation	Yes conforming to EN/IEC 60947-2
Utilisation category	Category B
[Icu] rated ultimate short-circuit breaking capacity	30 kA Icu at 660/690 V AC 50/60 Hz conforming to IEC 60947-2 50 kA Icu at 380/415 V AC 50/60 Hz conforming to IEC 60947-2 50 kA Icu at 440 V AC 50/60 Hz conforming to IEC 60947-2 86 kA Icu at 220/240 V AC 50/60 Hz conforming to IEC 60947-2 40 kA Icu at 500/525 V AC 50/60 Hz conforming to IEC 60947-2
Performance level	N 50 kA 415 V AC
Trip unit name	Micrologic 2.0 A
Trip unit technology	Electronic
Trip unit protection functions	LI
Control type	Toggle Rotary handle
Circuit breaker mounting mode	Fixed
Complementary	
[Ui] rated insulation voltage	800 V AC 50/60 Hz conforming to IEC 60947-2
[Uimp] rated impulse withstand voltage	8 kV conforming to IEC 60947-2

Fig IV.7 : caractéristiques du disjoncteur.

Conclusion :

Dans ce chapitre, nous avons calculé en premier lieu le bilan de puissance de l'ensemble des équipements informatiques alimentés par les UPS existant au niveau de la DRGB. Au second lieu, nous avons calculé les sections des câbles des différents conducteurs.

Vu que ces UPS sont sous utilisés, nous avons dimensionné un seul UPS qui pourrait alimenter l'ensemble des équipements informatiques ondulés, à partir de la nouvelle salle électrique, ainsi nous avons dimensionné les sections de câbles des conducteurs. En dernier nous avons dimensionné le disjoncteur à utiliser pour la nouvelle installation.

L'étude et le choix pris dans ce chapitre a pour but d'assurer la disponibilité de l'énergie électrique, la continuité du service, la sûreté de l'installation, la sécurité et la protection des personnes ainsi que les différents équipements.

Conclusion générale

Le but de notre projet était d'étudier et dimensionner un seul UPS qui sera placé dans la nouvelle salle électrique de la SONATRACH de BEJAIA. Cet UPS alimentera tous les équipements informatiques existant au niveau de la DRGB, à partir de deux câbles électriques, cela afin d'éliminer les UPS existants, qui sont sous utilisés et mal dimensionnés d'une part, d'autre part, leurs emplacements ne sont pas adéquats. Sachant aussi que l'utilisation de plusieurs UPS influencent sur plusieurs coté comme la maintenance et surtout sur le côté économique.

Afin de réaliser ce projet, nous sommes passés par plusieurs étapes auxquelles nous avons prêtés beaucoup d'importance. Nous avons procédé l'élaboration de bilan de puissance, dimensionnement des sections de câbles de l'ancienne installation, cela pour pouvoir dimensionner le nouvel UPS adéquat à l'installation électrique, ainsi que les sections des deux câbles. Nous avons aussi calculé les courants de courts circuits, enfin dimensionner et choisir le disjoncteur de protection.

L'UPS est la solution aux besoins de continuité de service et de qualité de l'énergie. Ce système garantit une alimentation pour les récepteurs électriques préférentielle, et il assure la sécurité des personnes et des biens.

L'étude et le stage effectués à SONATRACH dans le cadre de notre projet de fin d'étude nous a permis d'acquérir beaucoup d'informations sur les systèmes des UPS et d'approfondir nos connaissances dans les techniques de calculs et dimensionnent des installations industrielles.

Bibliographie

[1] : chapitre XIV articles : « EL » installation électrique (arrêté du 19 novembre 2001)

[2] : le grand « technique INTERRUTTABLE POWER SUPPLY UPS »

[3] : HAL open science « conception et optimisation d'alimentation sans interruption ». Mahmoud Ibrahim.

[4] : SOCOMEC. Guide technique « ASI et solutions d'alimentation des systèmes critiques ».

[5] : MGE UPS System. LE SAVOIR-FAIRE MERLIN GERIN, « topologies d'ASI et normalisation »

[6] : Schneider cahier technique n°129 « Protection des personnes et alimentations statiques Cas des alimentations statiques sans interruption –ASI et des systèmes de transferts statiques de sources –STS ».

[7] CHAPTER 5 UNINTERRUPTIBLE POWER SUPPLY (UPS) SYSTEMS MAINTENANCE PROCEDURES

[8] : catalogue / ASI et alimentation critique.

[9] : Cahier Technique Schneider Electric n° 158 : « calcul des courants de courts circuits »

[10] : Schneider Electric Industrie SA. Guide technique Merlin Gerin Moyenne tension « guide de conception MT ».

[11] : guide Schneider électrique « Compléments techniques distribution électrique BT et HTA – 2012 ».

[12] : guide Schneider. « Product Data Sheet ».

[13] : STS Maintenance des systèmes. « Cours Sécurité des biens et des personnes ». Calcul de court-circuit. Etude pluri technologiques.

Webographie :

<https://www.abcclim.net/regime-neutre-tt-tnc-tns->

[it.htmlhttps://www.technologiepro.com/electricite-generale/chapitre-7-Regimes-de-neutre.pdf](https://www.technologiepro.com/electricite-generale/chapitre-7-Regimes-de-neutre.pdf)

https://fr.wikipedia.org/wiki/Alimentation_sans_interruption

https://fr.electrical-installation.org/frwiki/Types_d%E2%80%99ASI

www.schneider-electric.fr

<https://www.trace-software.com/fr/elec-calc/calcul-des-courants-de-court-circuit/>

http://www.electrosup.com/alimentation_sans_interruption.php

www.mgeups.com

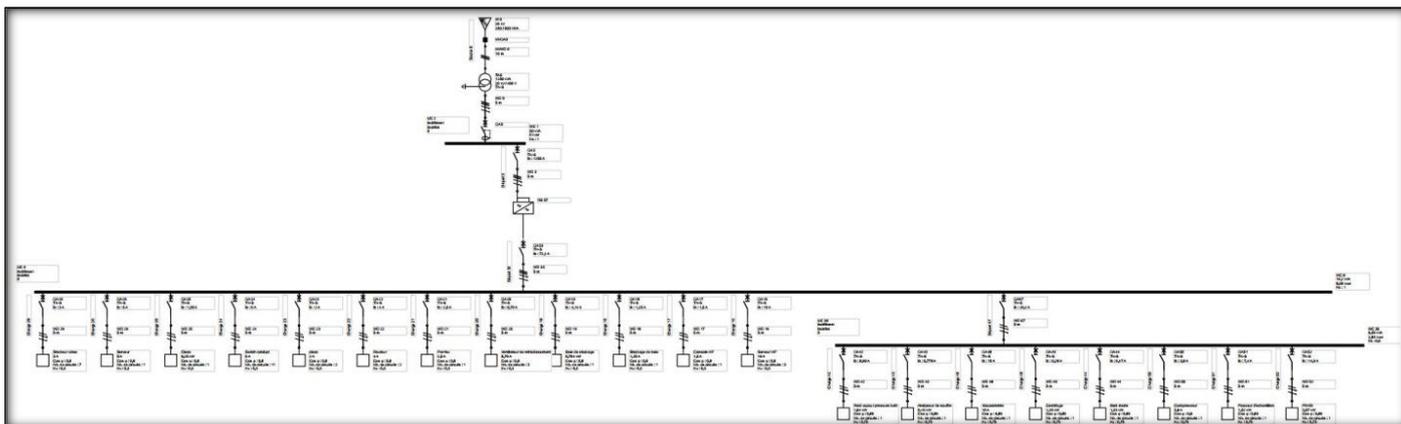
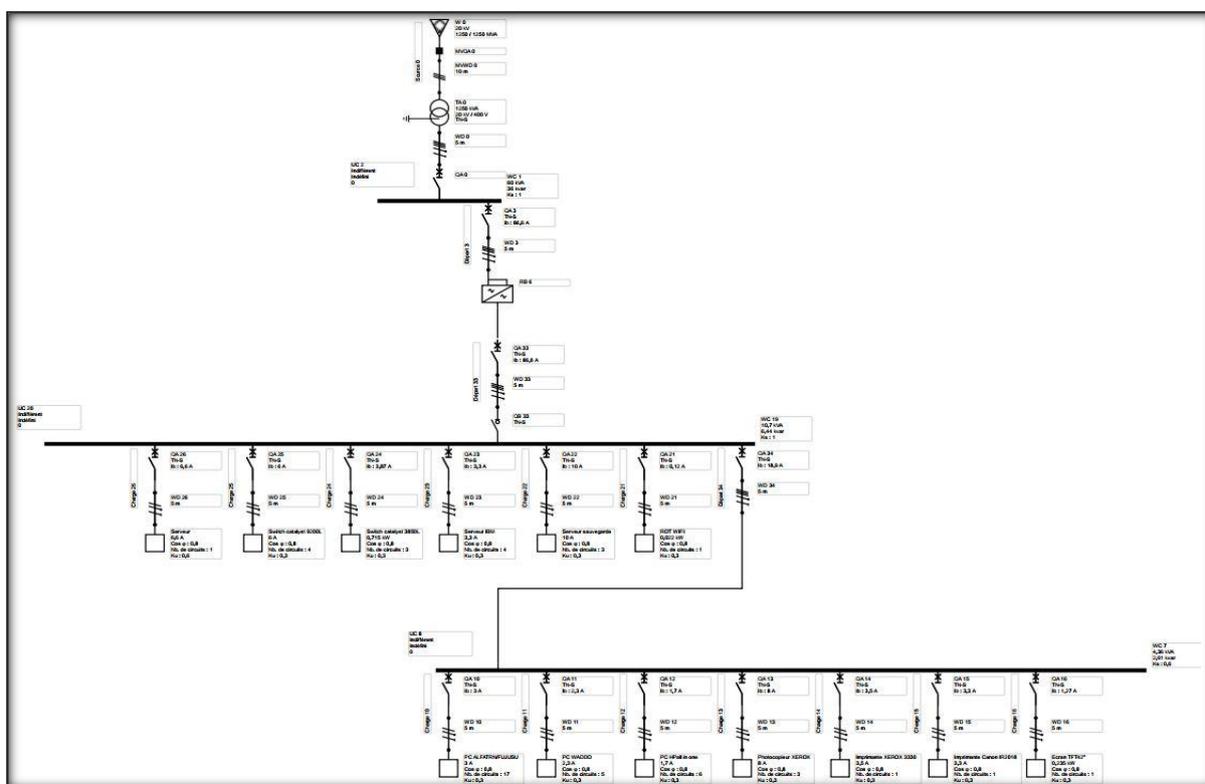
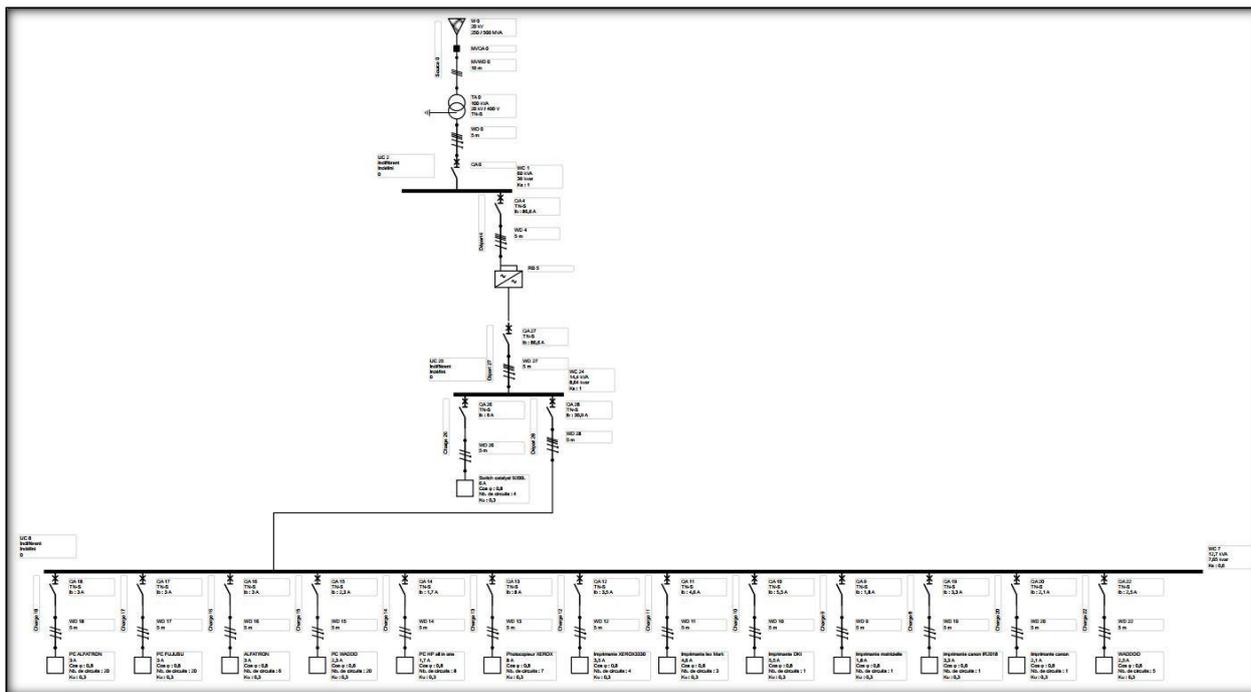
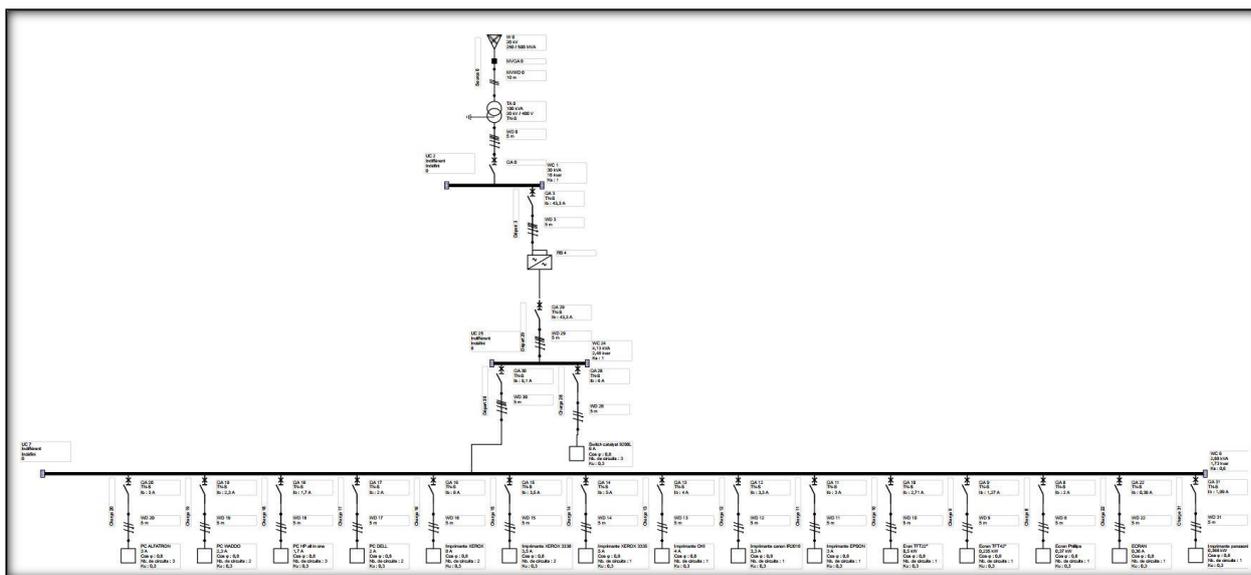


Fig IV.1 : schéma unifilaire de l'alimentation d'UPS 20KV.





FigIV.3:schéma unifilaire de l'alimentation d'UPS 30KVA.



FigIV.4:schéma unifilaire de l'alimentation d'UPS 30KVA.

Résumé

Dans ce projet, nous passons en revue de toutes les étapes qu'on a utilisées pour l'étude et dimensionnement d'une alimentation sans interruption adéquate dans une installation électrique, qui est la solution aux besoins de continuité de service et de qualité de l'énergie. Ce système garantit une alimentation pour les récepteurs électriques préférentielle, ainsi, il assure la sécurité des personnes et des biens.

Cette étude et ce dimensionnement ont été effectué en élaborant un bilan de puissance de l'installation électrique de la DRGB ainsi que le calcul des sections de câble et le courant des courts circuits, selon les caractéristiques générales de cette installation et ses normes de conception, pour pouvoir dimensionner l'ASI adéquate pour la nouvelle installation électrique.

Abstract

In this project, we review all the steps that have been used for the study and dimensioning of an adequate uninterruptible power supply in an electrical installation, which is the solution to the needs of continuity of service and quality of the power. 'energy. This system guarantees a preferential power supply for electrical receivers, thus ensuring the safety of people and property.

This study and this dimensioning were carried out by developing a power balance for the electrical installation of the DRGB as well as the calculation of the cable sections and the current of the short circuits, according to the general characteristics of this installation and its design standards, to be able to size the adequate UPS for the new electrical installation.