ELABORATION DU PLAN DIRECTEUR DE REHABILITATION DES INSTALLIONS DE COURANT FORT DU CENTRE HOSPITALIER UNIVERSITAIRE YALGADO OUEDRAOGO

MEMOIRE POUR L'OBTENTION DU
MASTER EN GENIE ELECTRIQUE, ENERGETIQUE ET ENERGIE RENOUVELABLE
OPTION **:** Génie Electrique

Présenté et soutenu publiquement le [14/07/2015] par

AHAMAT Soumaïne Sultane

Travaux dirigés par : Patrice DANGANG T
Ingénieur de recherche
LABORATOIRE D'ENERGIE SOLAIRE ET ECONOMIES D'ENERGIE
Honoré Patrice TOE
Expert agréé près les Cours et tribunaux du Burkina Faso
DIRECTEUR DE LA SOCIETE ICB

Jury d'évaluation du stage :

Président : Dr Ahmed Ousmane BAGRE

Membres et correcteurs : Dr Ahmed O. BAGRE
Dr Moussa SORO
M. Patrice DANGANG
M. Sanari FORO

Promotion [2014/2015]

DEDICACES

A mes très chers parents SOUMAINE Sultane et ZARA Cheikh Moussa pour tous les sacrifices et tout l'amour qu'ils m'ont porté de ma naissance jusqu'à ce jour. Puisse le Seigneur continuer à vous bénir.

A ma grande sœur KALTOUMA Soumaine Sultane pour son soutien et son amour inconditionné à mon égard.

Remerciements

Mes remerciements vont tout d'abord au Cabinet ICB sans lequel ce projet n'aurait pu avoir lieu.

Je remercie également **Ing. Patrice DANGANG** Ingénieur de recherche du Laboratoire LESEE mon maître de stage.

Je remercie également **M. Honoré Patrice TOE**, Directeur du Cabinet et mon co-encadreur **M. Sanari FORO**.

Je tiens à remercier aussi tout le personnel du Cabinet pour leurs soutiens, appuis et conseils.

A mes oncles, tantes, cousins et cousines pour vos encouragements.

A tout(e)s mes ami(e)s qui n'ont cessé de m'encourager et partager mes peines dans les moments douloureux.

A tous mes camarades de la promotion d'Energie 2014-2015. Ce fût un plaisir de passer ces deux merveilleuses années avec vous.

A tous ceux qui, de près ou de loin, ont contribué à faire de moi l'homme que je suis aujourd'hui.

Sans oublier mon DIEU qui m'a donné la force d'accomplir ce travail jusqu'au bout.

<u>Je vous porterai toujours dans mon cœur</u>

Résumé

Mon projet de fin d'études, réalisé au bureau d'études ICB ingénierie, l'objectif du projet porte sur les études d'élaboration du plan directeur de réhabilitation et extension du centre hospitalier universitaire YALGADO OUEDRAOGO.

Mon travail s'est concentré sur la conception d'installation de courant fort.

Pour atteindre ce but, nous avons procédé par un état de lieux de l'installation électrique existant. Ceci nous a permis de mieux appréhender le sujet. Les actions concrètes menées sont l'état des lieux et diagnostic des installations électriques de l'hôpital et la simulation du dimensionnement des installations électriques existants.

A l'issu de L'analyse des résultats de l'état des lieux, plusieurs aspects ont été touchés.

Nous avons pu réaliser la mise aux normes des réseaux électriques de l'hôpital suivant un schéma synoptique, calculer le bilan des puissances et proposer des solutions pour normaliser les installations. Il en ressort de construire un deuxième poste de 2x800kVA qui alimentera une partie des bâtiments et Installer un deuxième groupe électrogène de secours de 800kVA à côté du nouveau poste transformateur construit.

En parallèle d'étude personnelle, mes partages et interaction avec les différents intervenants ont permis de solidifier les résultats.

Ce travail mené au stade de l'esquisse jusqu'à la fin des études projet, a grandement amélioré ma réactivité, mon organisation, mon relationnel et mon savoir technique concernant le monde du bâtiment.

Enfin, nous avons terminé par un volet énergie solaire qui nous permettra, à travers la solution proposée, de réduire les factures SONABEL de l'hôpital.

Mots Clés :

1 - Diagnostic

2 - Réhabilitation

3 – Réseau électrique

4 - Elaboration

5 – Photovoltaïque

ABSTRACT

My graduation project, done in the office of ICB engineering studies, the project objective focuses on plan development studies director of rehabilitation and extension of the University Hospital YALGADO OUEDRAOGO.

My work has focused on the strong current facility design.

To achieve this goal, we conducted by an inventory on the existing electrical installation. This allowed us to better understand the subject. The concrete actions undertaken are the inventory and diagnosis of the electrical installations of the hospital and the simulation of the design of existing electrical installations.

At the end of the analysis of the results of the inventory, several aspects were affected.

We were able to achieve the upgrading of electricity networks of the hospital following a block diagram, calculate the balance of powers and propose solutions to standardize installations. It shows to build a second station 2x800kVA that will power part of the buildings and to install a second emergency generator 800kVA built next to the new transformer station.

Alongside personal studies, my sharing and interaction with stakeholders have helped solidify the results.

This work led to the stage of the sketch until the end of project studies has greatly improved my response, my organization, my relationships and my technical knowledge regarding the building of the world.

Finally, we ended with a solar panel that will allow us, through the proposed solution, reduce SONABEL hospital bills.

Key words:

1 - Diagnosis

2 - Rehabilitation

3 – Electric Network

4 - Elaboration

5 – Photovoltaic

Liste des abréviations

CHU YO : Centre Hospitalier Universitaire Yalgado OUEDRAOGO

SONABEL : Société Nationale Burkinabé de l'Electricité

2iE : Institut International d'Ingénierie de l'Eau et de l'Environnement

ADEME : Agence De l'Environnement et de la Maîtrise de l'Energie

PV : Photovoltaïque

ICB : Société d'Ingénierie et de Contrôle du Burkina

TGBT : Tableau General Basse Tension

TD : Tableau Divisionnaire

TEP : Tableau Electrique Principale

LED : Diode électro luminescente (Light Emitting Diodes, en anglais)

LESEE : Laboratoire d'Energie Solaire et Economie d'Energie

EP : Eclairage Public

AFE: Association Française de l'Eclairage

INES : Institut National d'Energie Solaire

Sommaire

INTRODUCTION **11**

I. CADRE D'ETUDE ET OBJECTIFS DU PROJET **12**

I.1 OBJECTIF GENERAL 12

I.2 OBJECTIFS SPECIFIQUES 12

I.3 METHODOLOGIE : 13

I.3.1 Concept de la méthodologie *13*

I.3.2 Cadre normatif et règlementaire *13*

I.3.3 Outils de travail : *14*

I.1 PRESENTATION DE L'ENTREPRISE D'ACCUEIL SOCIETE (ICB) 14

II. ETUDE BIBLIOGRAPHIQUE DE L'HOPITAL **19**

II.1 PRESENTATION DE L'ENVIRONNEMENT SOCIAL DU CHU-YO 19

II.1.1 Aspects bioclimatiques et architecturaux *19*

III. ETAT DES LIEUX DES INSTALLATIONS ELECTRIQUES DE L'HOPITAL **20**

III.1 PRESENTATION SOMMAIRE DES INSTALLATIONS ELECTRIQUES 20

III.1.1 Schéma synoptique du réseau électrique de l'hôpital *20*

III.1.2 Les sources d'alimentation en énergie électrique : *21*

III.1.3 Canalisation *24*

III.1.4 Les tableaux électriques *24*

III.1.5 L'appareillage électrique *24*

III.2 DIAGNOSTIC 24

IV. PLAN DIRECTEUR **29**

IV.1 BILAN DE PUISSANCE 29

IV.2 CONSISTANCE DES TRAVAUX ELECTRIQUES A REALISER 30

IV.3 SOLUTIONS PRECONISEES 31

IV.4 COMPENSATION DE L'ENERGIE REACTIVE 38

IV.4.1 PROTECTION DES INSTALLATIONS ELECTRIQUES *39*

IV.4.2 Principaux câbles d'alimentation *40*

V. ENERGIE SOLAIRE : **42**

V.1 DONNEES GEOGRAPHIQUES ET HYPOTHESES CLIMATIQUES 43

V.1.1 Détermination du taux de pénétration *43*

V.1.2 Dimensionnement du champ PV *45*

V.1.3 Monitoring de l'installation photovoltaïque 48

VI. ECLAIRAGE PUBLIC DE L'HOPITAL (EP) 49

VI.1 DEFINITION DE QUELQUES GRANDEURS PHOTOMETRIQUES 49

VI.1.1 Matériels utilisés : 51

VI.1.2 Dimensionnement d'installation : 54

VI.1.3 Estimation du cout : 56

VI.1.4 Estimation financière des investissements 57

VII. COUT GLOBAL DU PROJET 58

VIII. CONCLUSIONS 59

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 : Paramètre électrique de transformateur..... 22
Tableau 2 : Récapitule de diagnostic des installations électriques..... 25
Tableau 3 : Récapitulatif de solutions préconisées des installations électriques 31
Tableau 4 : Alimentation sans interruption..... 38
Tableau 5 : Extrait de la norme C 15 100 42
Tableau 6 : Recommandations selon l'AFE 54
Tableau 7Caractéristique de chaussée..... 56
Tableau 8 : Estimation de cout de l'éclairage public 56
Tableau 9 : Choix du taux d'injection..... 44
Tableau 10 : Hypothèses de dimensionnement du logiciel SUNNY Design SMA 45
Tableau 11Cout indicatif du champ PV 57

LISTE DES FIGURES

Figure 1 : Schéma synoptique de l'installation existante 21
Figure 2 : Câbles mal serrés et Canalisation des câbles cassés 28
Figure 3 : TGBT mal dimensionné, appareils de protection placés sur le mur 29
Figure 4 : Schéma synoptique proposé 31
Figure 5 : Synthèse photométrique 51
Figures 6 : Différents types d'implantation 53
Figure 7 : Configuration du système photovoltaïque. 56
Figure 8 : Configuration du système PV connecté au réseau 45
Figure 9 : Résultat de dimensionnement de section de câble d'après Sunny Design 48
Figure 10 : Configuration du système monitoring 49

INTRODUCTION

L'énergie sous toutes formes est généralement considérée plus chère en Afrique que dans d'autres régions du monde. Le système électrique des pays de l'Afrique souffre de fréquentes coupures d'électricités et de baisse de tension. Durant certaines périodes de tension sur le marché du pétrole, certains pays souffert des pénuries de combustible qui affectent la production de l'électricité. Une énergie peu fiable pénalise les entreprises de la région. En, effet le manque de fiabilité chronique de la fourniture d'énergie électrique est devenu une question politique brulante dans certains pays d'Afrique.

L'état du Burkina fait face au défi a entrepris une ambitieuse politique de maitrise de l'énergie qui doit conduire entre autre à une consommation économique et rationnelle de l'énergie électrique dans les bâtiments administratifs. Les établissements de santé sont des gros consommateurs en énergie. Les divers postes spécifiques tels que la cuisine, la blanchisserie, la stérilisation, la radiologie, les laboratoires internes et les blocs opératoires consomment beaucoup d'énergie. Ainsi, l'énergie est un élément essentiel dans le fonctionnement d'un hôpital et le moindre manque peut avoir de lourdes conséquences. De ce fait, le milieu hospitalier reste un domaine difficile en termes de réduction d'énergie vis-à-vis des gestionnaires. Pourtant, de multiples solutions existent et pourraient diminuer la facture énergétique qui représente un poids non négligeable dans le budget d'un bâtiment de santé. Les économies réalisées pourraient être affectées à d'autres utilisations comme la modernisation des équipements. L'enjeu d'économie d'énergie est plus important dans les pays en développement que dans les pays industrialisés. Ceci est vrai, dans le monde entier, pour tous les types de bâtiments : industriels, tertiaires ou résidentiels.

Le problème à résoudre dans le cadre de ce projet dans son volet électricité, est celui du dysfonctionnement des circuits électriques existant et de la consommation de l'énergie électriques existant et du non maitrise de la consommation de l'énergie. Il est donc question d'établir un plan directeur ressortant clairement le diagnostic des installations électriques existants, la conception de la nouvelle installation électrique tenant compte des notions d'économie d'énergie, le schéma électrique d'exécution, et la politique d'économie d'énergie bien élaborée pour assurer le bon fonctionnement de l'hôpital. Dans ce mémoire, nous allons donner un aperçu des études et objectifs du projet, notes de calcul et résultats, recommandations, ainsi que les conclusions et perspectives liés à ce projet.

I. CADRE D'ETUDE ET OBJECTIFS DU PROJET

Depuis 2000, l'Etat du Burkina a entrepris une ambitieuse politique de maîtrise de l'énergie qui doit conduire entre autres à une consommation économique et rationnelle de l'énergie électrique dans les bâtiments administratifs.

Des études ont déjà été réalisées dans ce sens portant sur les bâtiments du Centre Hospitalier Universitaire Yalgado OUEDRAOGO (CHU-YO). Malheureusement les recommandations de cette première mission n'ont pas été mises en œuvre.

Il s'agit aujourd'hui pour l'Etat de passer à l'étape opérationnelle de sa politique énergétique dans les bâtiments publics.

Pour cela, il faut actualiser les résultats des études déjà réalisés et les compléter avec une étude détaillée des installations électriques, qui s'est avéré nécessaire. Le cabinet ICB Sarl qui nous a accueillis pour le stage de fin d'étude était chargé des volets électriques et énergétiques de cette mission. C'est donc dans ce cadre que s'inscrit ce travail.

I.1 OBJECTIF GENERAL

L'objectif général de la présente mission est d'élaborer un Plan Directeur et faire une étude approfondie de l'installation électrique existant des bâtiments de l'hôpital Yalgado, afin de mettre à la disposition de l'Administration, des documents pertinents permettant de réaliser un appel d'offres pour des entreprises pour la mise en œuvre des recommandations proposées.

I.2 OBJECTIFS SPECIFIQUES

De façon spécifique, nous devrons réaliser les tâches non limitatives suivantes :

Elaborer les plans des bâtiments en faisant ressortir les dimensions des locaux et les installations électriques existantes :

Fournir des informations sur l'utilisation des bâtiments, et le nombre, les caractéristiques techniques, l'état de fonctionnement et le temps d'utilisation des équipements électriques par local ;

Evaluer le niveau de performance énergétique des installations des bâtiments ;

Faire des propositions d'actions cohérentes et adaptées aux caractéristiques propres des bâtiments étudiés et visant à améliorer leur niveau de performance énergétique, et à mieux

suivre et gérer l'utilisation de l'électricité dans ces bâtiments ;

Faire une évaluation économique des actions proposées afin d'orienter les choix de l'Administration.

I.3 METHODOLOGIE :

I.3.1 Concept de la méthodologie

La méthodologie appliquée a été conçue pour permettre d'appréhender dans un premier temps, l'état des lieux des difficultés énergétiques et électriques des bâtiments.

En second lieu, elle propose une analyse détaillée de cet état des lieux, permettant de poser un diagnostic juste de la cause et de l'ampleur des difficultés. C'est à partir de ce diagnostic exhaustif, que des solutions pertinentes sont proposées de façon à pouvoir s'attaquer à la cause même des problèmes.

Ces solutions sont présentées dans un tableau clair permettant de mettre en exergue; la nature et le coût des actions à mener; l'incidence économique attendue pour chaque action et pour l'ensemble des actions.

- Les conseils pour éviter de retomber dans une situation de non-performance énergétique et électrique.

I.3.2 Cadre normatif et règlementaire

Les normes observées dans le cadre de l'étude des installations électriques du CHU-YO sont les normes internationales du système ISO ou européennes et les réglementations particulières au Burkina Faso en la matière. Les principales sont :

a) La norme C15-100 traitant de l'exécution et de l'entretien des installations électriques basse tension,

b) La norme C12-100 traitant des textes officiels relatifs à la protection des travailleurs dans les établissements mettant en œuvre les courants électriques, et de ses additifs,

c) C15-102 portant sur les règles de protections contre la foudre par paratonnerre,

d) C15-531 portant sur les règles de protection contre les surtensions d'origine atmosphérique par parafoudre ;

e) La norme NFC 13-100 relative aux postes de livraison établis à l'intérieurs d'un bâtiment et alimentés par un réseau de distribution publique de deuxième catégorie ;

f) La norme NFC 13-200 relative aux installations électriques à haute tension,

g) Le code de travail du Burkina Faso ;

h) Le règlement sanitaire ;

i) Les prescriptions de la SONABEL ;

j) la norme ISO 50001 relative au management de l'énergie ;

I.3.3 Outils de travail :

Pour mener à bien cette étude, plusieurs logiciels ont été utilisé, il s'agit entre autre de :

- ✓ ProfiCAD pour le schéma synoptique des installations électriques.
- ✓ Excel pour l'évaluation de bilan de puissance
- ✓ Calcul lux pour l'éclairage intérieur et extérieur de l'hôpital
- ✓ XL-PRO3 pour le dimensionnement des différents tableaux électriques
- ✓ Ecodial pour la section de câble
- ✓ Sunny design3 pour le dimensionnement du champ PV.

I.1 PRESENTATION DE L'ENTREPRISE D'ACCUEIL SOCIETE (ICB)

Créé en 1996, Le Cabinet ICB, Ingénierie, (Société de Contrôle du Burkina) Bureau d'Etudes pluridisciplinaire, s'est constitué en société d'ingénierie privée dont le capital est de 2 000 000 FCFA est une SARL (Société à responsabilité Limitée) de droit burkinabé au capital de 2 000 000 FCFA, dont le siège social est à Ouagadougou, en plein centre-ville.

- ❖ Domaine d'activité :

Conformément à son objet social, ICB offre ses services dans quatre principaux domaines d'activités qui sont :

- l'Ingénierie comprenant entre autres les audits énergétiques et en maintenance,
- les contrôles techniques,

- le conseil en maintenance,
- l'expertise, et la formation.

Le cabinet ICB est aujourd'hui connu sur le plan national et sous-région pour son expertise très éprouvée.

❖ Domaine d'intervention :

Ingénierie, Audits techniques et Conseil en maintenance.

L'ingénierie est l'ensemble des études, qui permettent de déterminer pour la réalisation d'un ouvrage ou d'un programme d'investissements, les tendances les plus souhaitables, les modalités de conception les meilleures, les conditions de rentabilité optimales, les matériels et les processus les mieux adaptés.

Par exemple les audits énergétiques sont des cas spécifiques d'études d'ingénierie.

En matière d'Ingénierie, ICB possède toutes les compétences nécessaires pour fournir des prestations qui s'étendent à toutes les phases du cycle des projets :

- Elaboration de fiches synthétiques de projets
- Etudes socio-économiques préalable ;
- Elaboration d'Avant-Projet Sommaire (APS) ;
- Elaboration d'Avant-Projet Détaillé (APD) après avoir effectué les audits et diagnostics approfondis (d'une installation électrique par exemple) ;
- Evaluation des coûts d'exécution après un choix judicieux des solutions, analysées suivant plusieurs scénarios
- Elaboration de Dossiers d'Appel d'Offres (DAO) ou de consultation des entreprises (DCE)
- Maîtrise d'Ouvrage déléguée
- Contrôle, suivi et coordination des travaux,
- Administration des contrats
- Assistance et conseils pour l'exploitation et l'entretien des infrastructures et équipements ;

La maintenance est définie comme étant l'ensemble des actions permettant de maintenir ou de rétablir un bien dans un état spécifié ou en mesure d'assurer un service déterminé.

L'expertise d'I.C.B en maintenance porte surtout sur le conseil. En effet la défaillance de maintenance de nos industries sous régionales, est très grave et entraine de nombreuses conséquences en termes de productivité, de coût de production, d'énergie, etc. D'où la justification du conseil en maintenance.

❖ Le contrôle technique

La finalité du contrôle technique est de préserver la sécurité des biens et des personnes.

Le cabinet possède une longue expérience en matière contrôle technique permettant de conduire l'ensemble des opérations de vérification d'un équipement technique, d'une installation (ensemble d'équipements) ou d'un chantier afin de s'assurer de leur conformité aux normes réglementaires. Tous nos contrôles se font sur la base des normes internationales dites ISO (International Standard Organization), à moins que des normes nationales ne comportent des dispositions meilleures par rapport à celles-ci.

Le contrôle technique s'étend à tous les stades d'élaboration, d'exécution et de la vie du projet :

- Approbation des plans, des notes de calculs et des dossiers d'Appel d'Offres ;
- Analyse des offres
- Elaboration et/ou évaluation des contrats de prestations de services ;
- Approbation des dossiers d'exécution ;
- Contrôle d'implantation ;
- Contrôle de démarrage ;
- Contrôles intermédiaires ou spécifiques ;
- Contrôle de pré-réception ;
- Contrôle de réception provisoire ;
- Contrôle de réception définitive ;
- Contrôle technique en vue de l'assurance décennale (normalisation des risques).
- Contrôle de la sécurité de l'environnement de travail ;
- Elaboration des rapports de contrôle

❖ Expertise

Le Cabinet réalise trois types d'*Expertise* : l'expertise judiciaire (1), l'expertise d'assurances et l'analyse des risques en amont ou en aval d'un sinistre (2), et l'évaluation de patrimoine (3).

a) L'expertise judiciaire

Il s'agit de tous les diagnostics, analyses et évaluations de biens effectués sur réquisition des Cours et Tribunaux dans le cadre de la recherche de solutions aux dossiers contentieux. ;

b) L'expertise d'assurances et l'analyse des risques.

Elle a pour objet de déterminer l'origine et la cause des sinistres, l'étendue exacte des dommages afin de pouvoir procéder aux justes réparations qui s'imposent, et permettre les recours éventuels.

L'expertise a également pour objet de prodiguer les conseils et préconiser toutes les mesures nécessaires afin de prévenir les sinistres sur les immeubles, les usines, les installations diverses, etc.

c) L'expertise D'évaluation De Patrimoine

Elle consiste à déterminer la valeur marchande actualisée ou valeur de vente de certains biens pouvant être utilisés pour garantir des prêts, ou dont on a besoin de connaître la valeur de vente en cas de restructuration (fusion-acquisition, désengagement de l'Etat, opération de cessions partielles ou totales d'actifs, liquidation).

L'évaluation de patrimoine peut porter sur les actifs suivants :

- Bâtiments ;
- Installations et équipements techniques ;
- Machines et outils ;
- Matériels roulants et autres logistiques ;
- Tous actifs immobilisés.

❖ Moyens humains

ICB dispose d'un personnel permanant comprenant plusieurs cadres (Ingénieurs et techniciens multidisciplinaires) qui interviennent dans tous ses domaines principaux d'intervention :

Le personnel permanent est composé de :

- Ingénieurs : 2 dont un (1) en Electromécanique et un (1) en génie civil ;
- Techniciens :7 dont 1 électrotechnicien, 2 électromécaniciens, 1 en génie civil, 1 en hydraulique, 1 en Télécommunication et 1 en climatisation ;
- Agents : 3 dont 1 secrétaire de direction, 1 agent administratif, 1 responsable commercial.

Ce personnel permanent est appuyé par un réseau d'experts indépendants spécialisés dans divers domaines comme le froid et la climatisation, l'environnement, la gestion et les finances, la sociologie etc.

II. ETUDE BIBLIOGRAPHIQUE DE L'HOPITAL

II.1 PRESENTATION DE L'ENVIRONNEMENT SOCIAL DU CHU-YO

Le Centre Hospitalier Universitaire Yalgado OUEDRAOGO (CHU-YO), communément appelé Hopital Yalgado est limité au nord par le barrage N°3 de la ville de Ouagadougou, au sud par l'Avenue Oubritenga, à l'est par :

- la Direction de l'Hygiène Publique et de l'Education pour la Santé (DHPES) du Ministère de la Santé ;
- la Cellule d'Appui à la Décentralisation du Système Sanitaire (CADSS) du Ministère de la Santé ;
- et du Service des études du Ministère de la Santé.

et à l'ouest par :

- les bâtiments de l'imprimerie nationale
- Et de l'Ecole Nationale de la Santé Publique (ENSP).

Il y a quelques arbres dans la cour du CHU-YO sous lesquels se garent des véhicules ou se reposent des accompagnants des malades. La densité des arbres n'est pas importante au point d'avoir un impact important sur les équipements ou le climat local.

II.1.1 Aspects bioclimatiques et architecturaux

L'hôpital Yalgado a été construit en 1961. Il a subi de nombreuses réhabilitations et de nouvelles constructions pour augmenter sa capacité d'accueil et en recevant de nouveaux équipements. L'hôpital Yalgado est Constitué d'une vingtaine de bâtiments s'étalant sur un vaste domaine de trente (30) hectares environs.

Les bâtiments de L'hôpital Yalgado sont construits en blocs séparés et orientés Nord-Sud. Les parois sont construites en parpaings revêtues sur les deux faces d'enduits au mortier lisse à l'intérieur et de tyrolienne ocre ou grise à l'extérieur. Tous les murs intérieurs sont revêtus de peinture à huile. Les toitures sont en tôles aluminium ou dallées pour les bâtiments à plusieurs niveaux.

III. ETAT DES LIEUX DES INSTALLATIONS ELECTRIQUES DE L'HOPITAL

Avant tout départ d'étude, notamment lors d'une réhabilitation, il est nécessaire d'aller sur les lieux pour mieux comprendre le contexte existant pour estimer l'ampleur des travaux.

III.1 PRESENTATION SOMMAIRE DES INSTALLATIONS ELECTRIQUES

Les installations électriques du Centre Hospitalier Universitaire Yalgado OUEDRAOGO (CHU-YO) comprennent :

- La source d'alimentation fournie par la SONABEL (la société nationale qui fournit l'électricité) comprenant 01 poste de livraison, et 01 poste transformateur de 2x630 kVA,
- La source secourue composée de 04 groupes électrogènes de secours dont un de 630 kVA,, un de 250 kVA,, un de 100 kVA, et un de 75 kVA ;
- Les canalisations électriques ;
- Les tableaux électriques ;
- L'appareillage électrique.

III.1.1 Schéma synoptique du réseau électrique de l'hôpital

Le Centre Hospitalier Universitaire Yalgado OUEDRAOGO (CHU-YO) dispose deux sources d'alimentation en énergie électrique. Les circuits électriques sont réalisés conformément au schéma synoptique donnés par la Figure 1.

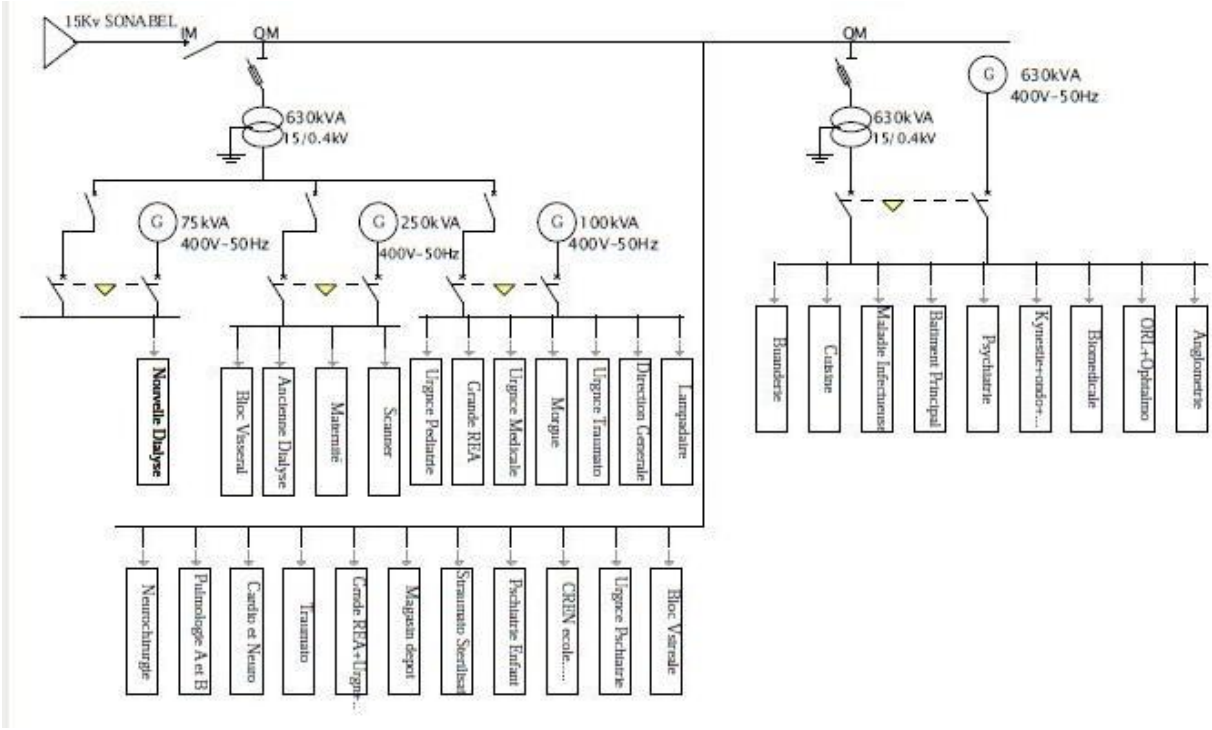


Figure 1 : Schéma synoptique de l'installation existante

III.1.2 Les sources d'alimentation en énergie électrique :

a) Source principale SONABEL

- Poste de livraison

Le poste de livraison est placé à la limite de la propriété de l'hôpital à côté de l'ancienne morgue. Il est raccordé en coupure d'artère à double alimentation Haute Tension (HT) de catégorie A (HTA) 15 000V sur le réseau public de la SONABEL (Société Nationale d'Electricité), ce qui est un avantage certain car en cas de défaillance d'un réseau, l'hôpital est alimenté automatiquement par le second réseau disponible.

- Postes transformateurs

Les postes de transformateur existant est de type maçonné, il est équipé de cellule (un (1) cellule arrivé, (1) cellule départ, de deux cellule de protection) transformateur et de deux (02) transformateurs HT/BT 15 000V / 400V de 630kVA. Le poste transformateur alimente les différents ouvrages de l'hôpital en électricité.

Le CHU-YO dispose d'un seul tableau d'abonné et de comptage triphasé. Le comptage BT est de type triphasé moyenne tension.

Les bâtiments du CHU-YO sont directement alimentés à partir de plusieurs disjoncteurs placés dans le poste des transformateurs.

b) Source secouru

Quatre (04) groupes électrogènes de secours à fonctionnement automatique sont utilisés pour secourir une partie des installations électriques de l'hôpital.

- Le groupe électrogène de 630kVA installé en 2013 et qui est en bon état de fonctionnement. Il alimente une partie des installations électriques qui sont raccordées sur l'ancien poste.
- Le groupe électrogène de 250kVA existant qui alimente les installations électriques du bâtiment Nouveau Centre de Dialyse du Prince de Sultan.
- Le groupe électrogène de secours insonorisé 100KVA de marque OLYMPIA est apparemment en bon état, n'est mis encore en exploitation et ne dispose pas d'un inverseur.
- Le groupe électrogène de secours insonorisé 75KVA de marque OLYMPIA est en bon état qui alimente la chambre froid du dépôt pharmaceutique.

c) Les paramètres électriques

Les principaux paramètres électriques relevés dans le poste sont récapitulés dans le Tableau 1.

Tableau 1 : Paramètre électrique de transformateur.

Paramètre électrique	Mesures	Valeurs	Observations
Isolement transformateur	BT/MASSE	4GΩ	Bon car > 400KΩ
	HT/MASSE	4GΩ	Bon car > 15KΩ
	BT/HT	3GΩ	Bon car > 15KΩ
Tensions	Tension monophasée maxi	234.1V	Bonne valeur
	Tension monophasée mini	217.8V	Bonne valeur
	Tension triphasée maxi	400V	Bonne valeur
	Tension triphasée mini	385V	Bonne valeur
Intensités	Intensité maximale PHASE 1	328.7A	
	Intensité maximale PHASE 2	210.4A	Intensités équilibrées

	Intensité maximale PHASE 3 Intensité minimale PHASE 1 Intensité minimale PHASE2 Intensité minimale PHASE3	248.1A 45.89A 24.25A 38.78A	dans les phases sur le compteur
Terre	Terre de masse Terre de neutre	7.78Ω 8.83 Ω	Bonne valeur car ≤ 10Ω Mauvaise valeur car > 5Ω
Fréquence	Maxi Mini	50 .73HZ 49.76HZ	Bonne valeur car 45HZ <f < 55HZ

NB: **Les appareils suivants ont été utilisés pour les différentes mesures :**

- Une pince ampère métrique GT 201 pour les mesures des intensités et des tensions;
- Le mesureur d'isolement ISOL 1000N pour les mesures d'isolement;
- Le mesureur de terre CA 6460 pour les mesures des valeurs de terre ;
- L'analyseur de réseau CHAUVIN ARNOUX pour les relevés et l'enregistrement des paramètres électriques.

d) Facture d'électricité

Le kilowattheure (kWh) d'énergie revient en moyenne à 123,4 FCFA au CHU-YO. Ce qui est acceptable, car il est d'environ 120 FCFA dans l'administration générale.

Le coût moyen des factures d'électricité de l'hôpital varie entre 30 et 55 millions de FCFA par mois.

L'hôpital est effectivement un des plus gros consommateurs d'énergie du pays à cause de ces équipements médicaux spécifiques dont certains sont de fortes puissances. Malgré cela, le coût moyen de son kWh est acceptable. Cela s'explique principalement par l'existence de trois (03) batteries de compensation automatique à l'hôpital. Cependant, il faut reconnaître que l'hôpital peut mieux faire car il n'y a pas de politique efficace d'économie d'énergie.

En effet :

- La capacité des trois (03) batteries de compensation est insuffisante, puisque le centre n'arrive jamais à bénéficier de la bonification de 8 % que la SONABEL accorde à ses abonnés les plus performants ;
- Les climatiseurs sont souvent oubliés en marche inutilement ;
- Le réglage de la température de marche des climatiseurs n'est pas judicieux, de ce fait, ils consomment abusivement de l'énergie ;
- Il n'y a pas de chauffe-eaux solaires à l'hôpital, alors que de nos jours il y en a de très performants et très économiques ;
- Il en est de même pour l'éclairage public solaire.

III.1.3 Canalisation

Les canalisations électriques se composent principalement :

- Des câbles de type U1000 R02V et de type ALU de sections allant de 4x6mm² à 4x150mm² pour les circuits d'alimentation générale. Ils sont enterrés dans la cour dans des tubes PVC et fixés aux murs sur des chemins de câbles pour les câbles posés en apparent.
- Des fils rigides de 1.5mm² à 4mm² pour la réalisation des circuits électriques intérieurs. Ces fils rigides sont posés dans des tubes orange ou ICT et sont encastrés dans les murs. Ils alimentent les appareils électriques (luminaires, prises de courant, brasseurs d'airs et climatiseurs).

III.1.4 Les tableaux électriques

Les circuits électriques des bâtiments de l'hôpital sont alimentés et protégés par le Tableau Général Basse Tension (TGBT) reparti en tableaux divisionnaire et par des petits coffrets électrique.

III.1.5 L'appareillage électrique

L'inventaire exhaustif des appareils électriques installés dans les bâtiments de l'hôpital sont : Brasseur d'air, lampe à incandescence, Climatiseur, Réfrigérateur, Scanner, Poste téléviseur, Poste radio, Microscope, Chauffe-eau électrique, Four électrique etc.

III.2 DIAGNOSTIC

L'importance du diagnostic, est que suite à l'état des lieux, il est temps de savoir ce qu'il faut garder. Cette phase est importante, notamment d'un point de vue économique.

Le Tableau 2 récapitule le diagnostic des installations électriques suivant :

- La source d'alimentation
- Les canalisations électriques
- Les tableaux électriques
- L'appareillage

Tableau 2 : Récapitule de diagnostic des installations électriques

N°	DESIGNATION	DIAGNOSTIC
1.1	**Poste des transformateurs**	Tous les paramètres électriques mesurés au moment de l'étude sur les deux (02) transformateurs (tension, fréquence, mesure de terre, mesures d'isolement etc.) sont bons. La puissance des deux (02) transformateurs est de 2x630kVA=1260kVA (soit 1008kW avec un cosØ de 0.8). Soit une puissance exploitable de 80% de la capacité des transformateurs de 806kW. Les puissances maximales enregistrées au courant de l'année 2007 varient entre 913kW et 1017kW. Si les charges sont réparties équitablement sur les deux transformateurs, ils sont en surcharge entre avril et juillet (Avril 976kW, Mai 932kW, Juin 1017kW, Juillet 928kW). Les principales anomalies relevées dans le poste sont : - manque d'extincteur et d'une torche chargeable ; - local sale et très poussiéreux ; - dallettes de caniveaux cassées ; - caniveau principal exigu et très encombré ; - poste mal éclairé ; - le transformateur de marque France Transfo N° de série 138874 est très bruyant à longueur de journée ; - mauvaise valeur de la terre de neutre 8.83 Ω > 5 Ω - pas de contrat de maintenance.
1.2	**Groupes électrogènes**	Les deux (02) groupes électrogènes de secours insonorisés (250 kVA et 630 kVA) de marque OLYMPIA sont neufs est en bon état, ils sont solidement fixés au sol, les inversions des

		sources se font automatiquement en cas de coupure. Les deux groupes électrogènes ne peuvent pas secourir actuellement toutes les installations électriques de l'Hôpital Yalgado. Ils sont utilisés pour secourir certains circuits prioritaires. Le troisième groupe d'une puissance de 100 kVA non insonorisé n'est pas encore mis en exploitation, il ne dispose pas d'un inverseur de source. Le local des trois (03) groupes électrogènes est bien aéré. Le groupe électrogène de 75KVA alimentant la chambre froide du dépôt pharmaceutique, il manque d'entretien pas de contrat de maintenance. Il est sale et son inverseur n'est plus fonctionnel. Le local groupe n'est pas éclairé.
	Canalisations électriques et connexes	Les principales anomalies relevées sont : - Dans le local des grilles secourues les câbles d'alimentation sont mal fixés aux murs et mal rangés, plusieurs câbles sont posés à même le sol ; - Les grilles de dérivation fixées au mur ne disposent pas de couvercle ; - Les câbles dans les locaux techniques ne sont pas repérés ; - Les couleurs des conducteurs électriques ne sont pas conformes aux normes. On note plusieurs cas où des conducteurs vert jaune ont été abusivement utilisés comme conducteurs de phase, ce qui est formellement interdit ; - Plusieurs cosses sur les disjoncteurs compacts dans le local des transformateurs sont mal serties (marteau + tournevis ou burin) favorisant ainsi l'échauffement des câbles. - Le chemin de câble principal dans le poste des transformateurs est surchargé ; - Le caniveau des câbles est exigu et très encombré.

	Tableau Général Basse Tension (TGBT)	- Le TGBT est en très mauvais état physique, il n'est plus étanche; - Les jeux de barres ne sont pas protégés ; - Le câblage est très désordonné ; - Les bornes de plusieurs disjoncteurs compacts ne sont pas protégées, favorisant les courts circuits par les reptiles ; - Il n'existe aucune protection différentielle dans le TGBT. Cette protection est obligatoire dans toute installation électrique ; - L'enveloppe du TGBT est mal dimensionnée, en effet certains disjoncteurs alimentés par le jeu de barres du TGBT ne sont pas fixés à l'intérieur du TGBT mais sur le mur du local ; - Le repérage des appareils est incomplet ; - Le repérage des conducteurs n'est pas fait ; - Plusieurs défauts de serrage ont été découverts ; - Le câblage est désordonné, d'où les difficultés éventuelles de dépannage ; - Il n'existe aucun schéma de câblage du tableau électrique. - Les deux (02) disjoncteurs compact généraux de 1250A alimentant l'hôpital sont mal calibrés par rapport à la l'intensité fournie par chaque transformateur qui est de 900A.

	appareillage	les luminaires - Des lampes grillées - La vétusté de certains appareils - Certains circuits non raccordés. les interrupteurs et les prises - La vétusté de certains appareils - Certains circuits non raccordés. les brasseurs d'air - La vétusté de certains appareils - La défaillance des rhéostats. les climatiseurs - La vétusté de certains climatiseurs - Des défauts de charge des climatiseurs,

Figure 2 : Câbles mal serré, encombré et Dalette de caniveaux cassé.

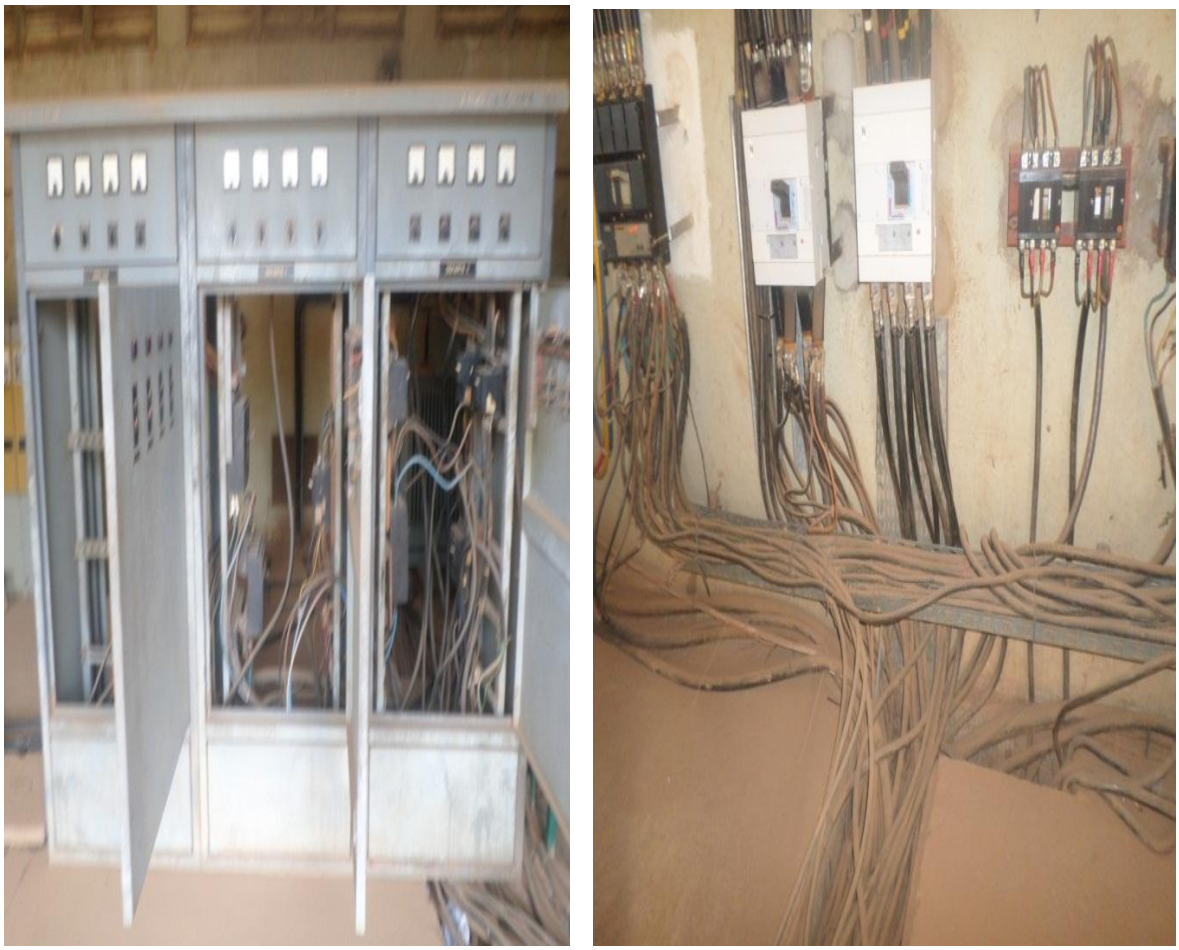


Figure 3 : TGBT mal dimensionné, appareils de protection placés sur le mur

IV. PLAN DIRECTEUR

IV.1 BILAN DE PUISSANCE

Le bilan de la puissance installée dans la cour du CHU-YO a été fait sur la base des paramètres suivants :

- La puissance maximum enregistrée au courant de l'année 2014 sur les factures d'électricité de la SONABEL qui est P1 = 1175 kW (source ministère de mine et de l'énergie)
- La puissance installée dans les bâtiments projetés (nouveaux bâtiments à construire) calculée par la méthode des surfaces (W/m²). Elle est estimée à P2 = 610 kW (voir détail en Annexe 4.
- Les possibilités d'extension P3 = (P1 + P2) x 15% = 268 kW

La puissance totale nécessaire est estimée à P1+P2+P3=2052 kW, dont 915 kW fournie par l'ancien poste et 1138kW par le nouveau poste.

IV.2 CONSISTANCE DES TRAVAUX ELECTRIQUES A REALISER

Au regard du diagnostic effectué, il s'avère nécessaire de réaliser les travaux suivants :

- Réhabiliter les sources d'alimentation électrique existantes qui sont :

- Le poste de livraison HTA SONABEL
- Le poste transformateur HTA/BT de 2x630 kVA
- Le groupe électrogène de secours 630kVA
- Le groupe électrogène de secours 250kVA

- Construire un deuxième poste de 2x800kVA qui alimentera une partie des bâtiments
- Conserver et utiliser les groupes électrogènes de 630 kVA et de 250 kVA.
- Installer un deuxième groupe électrogène de secours de 800 kVA à côté du nouveau poste transformateur construit
- Installer des onduleurs permettant d'assurer les Alimentations Sans Interruption (ASI) dans certains services très sensibles qui ne supportent aucune coupure d'électricité (salles d'opération, bloc obstétrical, salle d'anesthésie, salle de réanimation, soins intensifs, imagerie médicale, automates d'analyses, etc.)
- Installer des batteries de condensateur pour améliorer la compensation de l'énergie réactive consommée
- Installer quatre (04) Tableaux Généraux Basse Tension (TGBT).
- Réaliser l'alimentation électrique du Tableau Electrique Principal (TEP) de chaque bâtiment dans la cour.
- Réaliser l'éclairage public de la cour par des lampes à basse consommation
- Protéger les ouvrages contre les surtensions d'origine atmosphérique
- Prendre toutes les dispositions nécessaires pour que l'électricité soit acheminée, utilisée et facturée de façon sécurisante, commode, durable et à un coût optimum.

Les installations électriques de l'hôpital seront réalisées conformément à la Figure 4.

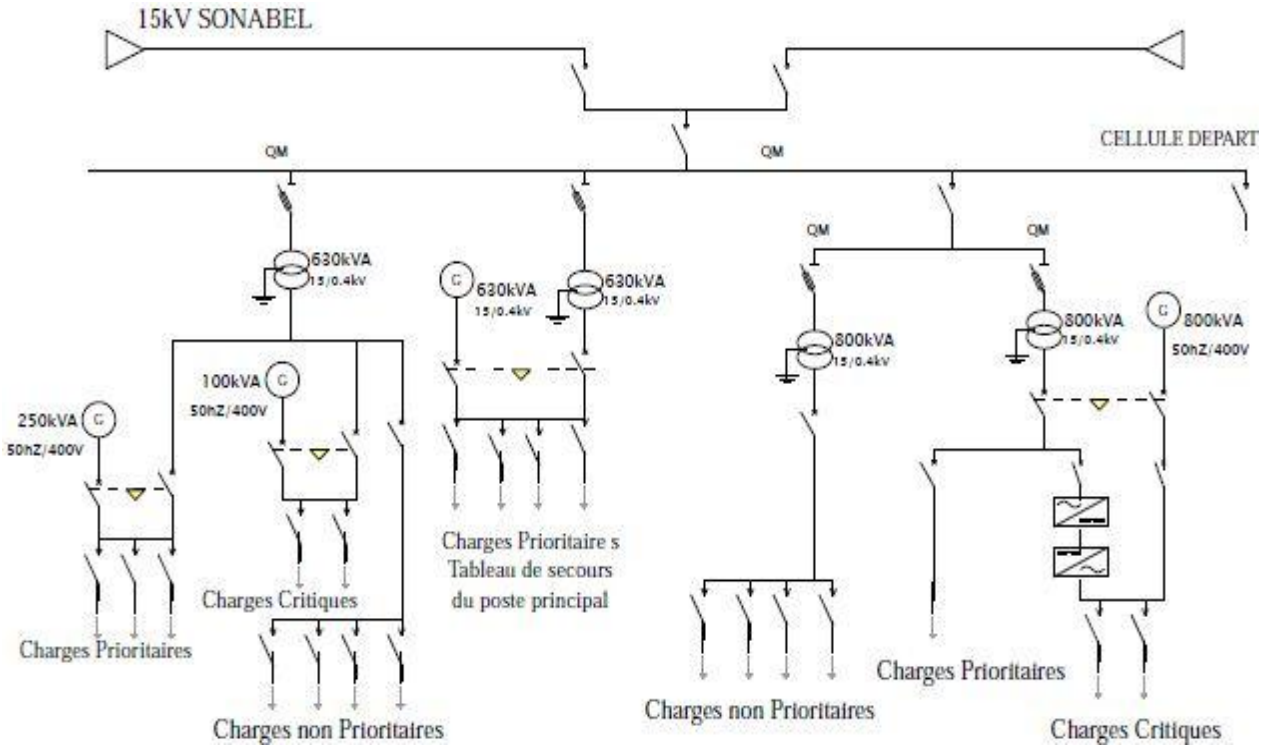


Figure 4 : Schéma synoptique proposé

IV.3 SOLUTIONS PRECONISEES

Pour mieux conformer les installations électriques de l'hôpital nous proposons les solutions suivantes (Tableau 3):

Tableau 3 : Récapitulatif de solutions préconisées des installations électriques

N°	DESIGNATION	SOLUTIONS PRECONISEES
1.1	**Poste transformateurs et local comptage**	- Installer un extincteur et une torche chargeable à l'intérieur du poste et veiller à la vérification régulière de l'extincteur; - Agrandir le caniveau d'acheminement des câbles et fermer avec des dallettes ; - Remplacer les quatre (04) hublots muraux du local des transformateurs par des quatre (04) réglettes de 1x18W ; - Installer des batteries de condensateurs pour la

		compensation de l'énergie réactive ; - Améliorer la valeur de la résistance de la terre du neutre à une valeur inférieure ou égale à 5Ω ; - Fixer tous les câbles du local des grilles secourues par les groupes électrogènes sur des chemins de câble ; - Effectuer un entretien annuel du poste et du local compteur ; - Régler le calibre des deux (02) disjoncteurs généraux compacts de 1250 au maximum à 900A.
1.2	**Groupe électrogène**	- Effectuer un entretien régulier des quatre (04) groupes électrogènes (vérification et vidange des huiles), suivant leurs manuels d'entretien ; - Installer un autre groupe électrogène de secours de 800KVA pour secourir seulement les circuits prioritaires de l'hôpital.
1.3	**Canalisations électriques et connexes**	- Reprendre toutes les canalisations (fourreaux et conducteurs) intérieures de certains bâtiments de l'hôpital utilisant les sections des conducteurs suivantes : - 1.5mm² pour l'éclairage, - 1.5mm² pour les brasseurs d'air, - 2.5mm² pour les prises de courant, - 2.5mm² pour les climatiseurs dont la puissance est inférieure à 3CV ; - 4mm² pour les climatiseurs de 3CV ; - 6mm² pour les climatiseurs de 6CV. - Alimenter le TGBT 1 à partir du disjoncteur compact du transformateur 1 par un câble U1000 R02V de 3x4x120mm² ; - Alimenter le TGBT 2 à partir du disjoncteur compact du transformateur 2 par un câble U1000 R02V de 3x4x120mm² ;

		- Réaliser un (01) puits de terre de masse de valeur inférieure ou égale à 10Ω dans chaque bâtiment de l'hôpital - Réaliser une liaison équipotentielle entre toutes les masses métalliques des appareils électriques.
1.4	**Les Tableaux Généraux Basse Tension TGBT Normal**	- Remplacer totalement l'ancien Tableau Général Basse Tension (TGBT) par deux (02) nouveaux TGBT dont : - Un (01) Tableau Général Basse Tension TGBT1 qui sera alimenté par le transformateur N°1. Il sera placé dans le local des transformateurs. Il sera câblé selon le schéma synoptique; - Un (01) Tableau Général Basse Tension TGBT2 qui sera alimenté par le transformateur N°2. Il sera placé dans le local des transformateurs. Il sera câblé selon le schéma synoptique ; - Les caractéristiques spécifiques des deux (02) nouveaux TGBT sont : - Protection générale de chaque TGBT par un disjoncteur compact de calibre 1000A mais réglé à 900A ; - Protection par un différentiel de 5A ; - Protection de chaque câble d'alimentation des bâtiments par un disjoncteur de calibre adapté. - Raccordement sur des bornes de jonction de tous les conducteurs entrant et sortant de chaque TGBT ; - Repérage de tous les fils, des câbles et des appareillages ; - Utilisation des fils souples pour le câblage ; - Utilisation d'embouts et de bornes de jonction pour les raccordements ; - Serrage de toutes les bornes ; - Câblage de chaque TGBT en respectant toutes les règles de l'art conformément aux schémas correspondants ;

		- Faire le schéma de chaque TGBT en quatre (04) exemplaires et placer une copie dans une pochette à l'intérieur de chaque TGBT.
02	**Les Tableaux Généraux Basse Tension TGBT secourus**	- Remplacer totalement les deux (02) grilles de dérivation secourues existantes par deux (02) nouveaux Tableaux Généraux Basse Tension TGBT secourus dont : - Un (01) Tableau Général Basse Tension TGBT S1 qui alimentera les circuits alimentés par groupe G1 insonorisé de 250kVA. Il sera placé dans le local des grilles secourues. - Un (01) Tableau Général Basse Tension TGBT S2 qui alimentera les circuits alimentés par le groupe G2 insonorisé de 630kVA. Il sera placé dans le local des grilles secourues. - Un (01) troisième Tableau Général Basse Tension TGBT S3 sera installé et alimentera les circuits alimentés par le groupe G3 non insonorisé de 800KVA. Il sera également placé dans le local des grilles secourues. - Les caractéristiques spécifiques des trois (03) nouveaux TGBT secourus sont : - Protection générale de chaque TGBT par un disjoncteur compact de calibre adapté ; - Protection de chaque câble d'alimentation des bâtiments secourus par un disjoncteur de calibre adapté. - Raccordement sur des bornes de jonction de tous les conducteurs entrant et sortant de chaque TGBT ; - Repérage de tous les fils, des câbles et des appareillages ; - Utilisation des fils souples pour le câblage ; - Utilisation d'embouts et de bornes de jonction pour les raccordements ; - Serrage de toutes les bornes ;

		- Câblage de chaque TGBT secouru en respectant toutes les règles de l'art conformément aux schémas correspondants ; - Faire le schéma de chaque TGBT en quatre (04) exemplaires et placer une copie dans une pochette à l'intérieur de chaque TGBT.

a) Poste de livraison :

Le poste de livraison est placé à la limite de la propriété de l'hôpital à côté de l'ancienne morgue. Il est raccordé en coupure d'artère à double alimentation Haute Tension (HT) de 15 000V sur le réseau public de la SONABEL (Société Nationale d'Electricité), Le poste de livraison sera entièrement réhabilité et équipé de cellules neuves de technologie plus récente.

- CELLULES HT

Les cellules HT seront des cellules modulaires du type préfabriqué formant un ensemble monobloc et équipées d'appareillage fixe à coupure dans l'hexafluorure de soufre (SF6). Elles seront de marque SCHNEIDER série SM6, AREVA série FLUOKIT M24. Les cellules comprendront l'ensemble des verrouillages nécessaires pour rendre impossible l'accès à des pièces ou organes de l'installation tant que ceux-ci pourront être sous tension (y compris par retour BT).

b) Le poste de transformation

L'ancien poste HT/BT est équipé de deux transformateurs à huile 20kV / 410 V d'une puissance unitaire de 630kVA.

Le transformateur aura les caractéristiques minimales suivantes :

- Marque : TRANSFIX
- Date de fabrication : 2002
- Numéro : FN0 420
- Puissance nominale : 630 KVA
- Tension primaire : 3x15 000V
- Tension secondaire: 3x400V
- Couplage : Dyn11
- Nature du diélectrique : huile

Le nouveau poste sera placé entre le bâtiment de l'Extension de l'Imagerie Médicale et le bâtiment D3 conformément au plan de l'hôpital autoCAD.

Les travaux seront réalisés conformément aux normes et aux recommandations techniques de la SONABEL.

Il sera équipé de :

- Deux (02) transformateurs HTA/BT 15 000V / 400V de 800kVA
- L'ensemble des cellules nécessaires à l'alimentation, au bon fonctionnement et à la protection des transformateurs (1 cellule d'arrivée, 2 cellules de protection, 1 cellule départ)
- Deux (02) disjoncteurs compact 4 pôles de 1250A en tête.
- L'ensemble du matériel de sécurité

Des liaisons équipotentielles seront réalisées entre toutes les masses métalliques du poste, et seront raccordées à un puits de terre des masses d'une résistance inférieure à 10 ohms. Le puits de terre des neutres des transformateurs aura une résistance inférieure à 5 ohms.

Le nouveau poste transformateur alimentera cinquante-trois (53) bâtiments

c) Tableau général basse tension (TGBT)

Le tableau électrique est le point de passage indispensable du courant électrique.
Il intègre des appareils qui assurent :

✓ la distribution de l'énergie électrique et la protection des circuits,
✓ la protection des personnes,
✓ le contrôle et la commande de l'installation.

Les schémas unifilaires joints dans l'Annexe 6 du mémoire présentent les dispositions retenues pour le TGBT. Les calibres indiqués sont les calibres minimums à respecter, en fonction des réserves de puissance demandées. Selon le courant de court-circuit, le type de disjoncteur à utiliser pourra être d'un calibre supérieur.

Le futur Tableau Général Basse Tension sera équipé de l'ensemble des appareils de protection, nécessaire au bon fonctionnement du bâtiment, permettant un minimum de perturbation en amont par un défaut persistant et dont la temporisation des protections sera étudiée de manière à éviter toute coupure due à des défauts fugitifs.

Les tableaux généraux seront de type «préfabriqué fermé » modulaire par juxtaposition d'armoires de marque Legrand type XL. Les ensembles d'appareillage seront de Série ou

Dérivés de Série conformes à la norme CEI 60439-1 (NF EN 60439-1 classement C 63-421).

d) L'Armoire divisionnaire : (ou Tableau Divisionnaire)

Il sera mis en place dans chaque batiment des tablaux divisionnaires permettant l'alimentation des installations des locaux terminaux.
Chaque batiment sera alimenté par les liaisons individuelles issues du TGBT.

e) Sources secourues

En cas de défaillance de la source d'alimentation électrique normale fournie par le réseau public SONABEL, des sources de substitution permettront d'alimenter automatiquement une partie des installations électriques du centre hospitalier.

La source secourue sera constituée principalement de groupes électrogènes et d'onduleurs à fonctionnement automatique.

- Les groupes électrogènes

Trois (03) groupes électrogènes de secours à fonctionnement automatique seront utilisés pour secourir une partie des installations électriques de l'hôpital.

- Le groupe électrogène de 630kVA installé en 2013 et qui est en bon état de fonctionnement. Il alimentera une partie des installations électriques qui sont raccordées sur l'ancien poste.
- Le groupe électrogène de 250kVA existant qui alimentera les installations électriques du bâtiment Nouveau Centre de Dialyse du Prince de Sultan
- Un (01) nouveau groupe électrogène de 800kVA qui alimentera une partie des installations électriques alimentées par le nouveau poste de 2x800kVA. Il sera installé à côté du nouveau poste transformateur.

- Les Alimentations Sans Interruption (ASI)

Des Alimentations Sans Interruption (ASI) seront installées dans certains services très sensibles qui ne supportent aucune coupure de courant d'électricité (salles d'opération, bloc obstétrical, salle d'anesthésie, salle de réanimation, soins intensifs, imagerie médicale, automates d'analyses, service informatiques, service de dialyse, etc.).

Ces alimentations seront constituées d'onduleurs dont l'état récapitulatif est présenté par le

Tableau 4.

Tableau 4 : Alimentation sans interruption

N°	Désignation Bâtiment	Choix de l'onduleur
OND 1	Extension Direction Générale de l'Hôpital (R+3)	triphasé 400V/400V 15KVA autonomie 10mn
OND 2	Neurochirurgie	Triphasé 400V/400V 15KVA autonomie 10mn
	Cardiologie	
	Urgence Neurochirurgie	
	Service Neurochirurgie	
OND 3	RDC -Standard CHUYO -Urgence pédiatrique - Médecine Nucléaire	triphasé 400V/400V 20KVA autonomie 10mn
	Bloc des Programmes de Chirurgie Générale et Digestive + Urologie	
	Bloc des Urgences Chirurgie Viscérale	
	Bureaux	
	Service d'anesthésie et de réanimation polyvalente	
OND 4	Néonatologie + Bureau Pédiatrique	triphasé 400V/400V 15KVA autonomie 10mn
OND 5	Nouveau bâtiment Néphrologie et Hémodialyse	triphasé 400V/400V 15KVA autonomie 10mn

IV.4 COMPENSATION DE L'ENERGIE REACTIVE

Les batteries de condensateurs moyens tension permettent de compenser la consommation d'énergie réactive. Ils sont utilisés au niveau des postes de moyenne tension.

Compenser la consommation d'énergie réactive cela permet de rentabiliser rapidement l'installation électrique.

En supprimant les pénalités facturées par le distributeur d'énergie électrique

La consommation de l'énergie réactive par les installations électriques du Centre Hospitalier

Yalgado sera compensée par des armoires automatiques de batteries de condensateurs, dont :

- Deux(02) armoires automatique de batterie de condensateur de type automatiques de 120kVAR qui seront installées pour compenser l'énergie réactive des installations électriques alimentées par l'ancien poste de 2x630kVA.
- Deux (02) armoires automatique de batterie de condensateur de type automatiques de 150kVAR qui seront installées pour compenser l'énergie réactive des installations électriques alimentées par le nouveau poste de 2x800kVA.

IV.4.1 PROTECTION DES INSTALLATIONS ELECTRIQUES

a) Protection contre les effets de la foudre

Pour pallier les risques probables de surtension d'origine atmosphérique sur les bâtiments, les installations électriques et leurs conséquences pour les personnes, six (06) paratonnerres à dispositifs d'amorçage seront installés sur certains ouvrages et des parafoudres sélectifs dans les tableaux électriques LS1 (Uc=275 V, Up=1.2 kV, In=10 kA) protégé monobloc, type 2, Tétrapolaire, afin de protéger les installations électriques et de télécommunications contre les surtensions qui peuvent, en général, avoir pour origine la foudre ou la manœuvre d'appareils électriques (surtensions dites de manœuvre).

b) Protection des circuits électriques

Concernant tous les circuits sous-dimensionnés ressortis par le logiciel XLPro3, nous avons deux alternatives. La première est de changer seulement les disjoncteurs de tête des différents coffrets même si ceux-ci fonctionnent correctement jusqu'à présent : méthode que nous préconisons d'ailleurs. La seconde serait de changer tous les petits disjoncteurs en tête de chaque bâtiments pour les conformer au disjoncteur de tête du coffret correspondant.

Les tableaux électriques suivants seront installés pour alimenter et protéger les circuits électriques du Centre Hospitalier :

- Quatre (04) Tableaux Généraux Basse Tension (TGBT1 et TGBT2), dont deux (02) secourus et deux (02) non secourus seront installés pour alimenter les bâtiments alimentés par l'ancien poste de 2x630kVA.

- Quatre (04) Tableaux Généraux Basse Tension (TGBT3 et TGBT4), dont deux (02) secourus et deux (02) non secouru, seront installés pour alimenter les bâtiments alimentés par le nouveau poste de 2x800kVA.
- Vingt-trois (23) Tableaux Electriques Principaux secourus (TEP S)
- Vingt-trois (23) Tableaux Electriques Principaux non secourus (TEP NS)
- Soixante-seize (76) Tableaux Divisionnaires Secourus (TD S) installés à l'intérieur des bâtiments dont trente (30) dans les bâtiments alimentés par l'ancien poste et quarante-six (46) par le nouveau poste.
- Soixante-seize (76) Tableaux Divisionnaires Non Secourus (TD NS) installés à l'intérieur des bâtiments dont trente (30) dans les bâtiments alimentés par l'ancien poste et quarante-six (46) par le nouveau poste.

c) Réseau de mise à la terre

Toutes les masses métalliques des appareils électriques de l'hôpital seront raccordées aux puits de terre suivants :

- Un puits de terre des masses de résistance inférieure à 10Ω (ohm) réalisé pour chaque tableau principal à partir duquel seront mises à la terre ses installations.
- Deux (02) puits de terre de neutre de résistance inférieure à 5Ω (Ohm) réalisés pour la mise à la terre du neutre des deux (02) postes transformateurs
- Un puits de terre de masse de résistance inférieure à 5Ω (Ohm) réalisé pour la mise à la terre de chaque paratonnerre

IV.4.2 Principaux câbles d'alimentation

Les principaux câbles d'alimentation seront de type U1000 R02V. Les câbles seront enterrés dans des fourreaux et signalés par un grillage avertisseur rouge. Ceux qui seront posés en apparent, seront fixés sur des chemins de câbles ou dans des goulottes. Les sections des câbles seront choisies avec une chute de tension admissible en bout de ligne de 8%.

- Canalisations – Cheminements

Les canalisations sont constituées de conducteurs isolés aux sections européennes agréées UTE et non propagateurs de flamme. Suivant leur emplacement, les conduits répondent aux normes et règlements en vigueur.

Toutes les canalisations doivent comporter un conducteur de protection vert-jaune.

En aucun cas la section des conducteurs n'est inférieure à :

- 1,5 mm² pour l'éclairage,
- 2,5 mm² pour les prises de courant 10/16 A,
- 2,5 mm² minimum pour les alimentations en attente, les autres sections en fonction de leur puissance du point en attente.

IV.4.2.1 Bases de calculs

Les bases avec la tension nominale normalisée de fonctionnement sont les suivantes :

a) Échauffement

Compte tenu de la température du milieu dans lequel sont placés les canalisations et appareillages, les intensités admissibles compatibles avec l'échauffement sont celles indiquées par la norme NFC 15-100 et les recommandations des constructeurs.

b) Chutes de tension

En dehors de toute valeur numérique, celles-ci ne doivent jamais dépasser une limite incompatible avec le bon fonctionnement du démarrage et de service normal de l'utilisation alimentée par la canalisation intéressée. Pour la distribution, l'application de la norme (NFC15-100) doit être réalisée.

En règle générale, on peut admettre, que pour des utilisations courantes, les valeurs ci-dessous sont des limites supérieures :

- 6 % pour l'éclairage,
- 8 % pour la force motrice.

IV.4.2.2 Facteur de puissance

L'installation prévue doit avoir un facteur de puissance moyen tel que son utilisation n'entraîne pas en exploitation normale une consommation d'énergie réactive susceptible de créer des pénalités de la part du distributeur ou de perturbation d'exploitation dans le cas d'un réseau particulier.

Ce facteur de puissance ne doit en aucun cas être inférieur à 0,928.

c) Coefficient d'utilisation

La détermination de la section des conducteurs est élaborée en fonction des chutes de tension présentée par le

Tableau 5.

Tableau 5 : Extrait de la norme C 15 100

Thème	Choix	Coefficient de correction
Mode de pose	Câble multipolaire posé en conduits dans les caniveaux fermés ou ouvert	K1=0.8
Nature de l'ame de conducteur	Cuivre avec isolation PR	
Temperature	40C	K2=0.77
Groupement	Posé directement en caniveau avec une profondeur <1,50m	K3=0.72
Nature du sol	Sec	K4=1

IV.4.2.2.1 Résultats du dimensionnement des câbles

Le dimensionnement des câbles généraux d'alimentation à l'aide du logiciel XLPRO3 a conduit au résultat dans le tableau qui sera représenté en Annexe 5**.**

Les canalisations électriques se composent principalement :

- ✓ Des câbles de type U1000 R02V et de type ALU de sections allant de 4x6mm² à 4x150mm² pour les circuits d'alimentation générale. Ils sont enterrés dans la cour dans des tubes PVC et fixés aux murs sur des chemins de câbles pour les câbles posés en apparent.
- ✓ Des fils rigides de 1.5mm² à 4mm² pour la réalisation des circuits électriques intérieurs. Ces fils rigides sont posés dans des tubes orange ou ICT et sont encastrés dans les murs. Ils alimentent les appareils électriques (luminaires, prises de courant, brasseurs d'airs et climatiseurs).

V. ENERGIE SOLAIRE :

Les énergies renouvelables, notamment le solaire photovoltaïque, sont une alternative au problème d'énergie et d'électrification auxquels nos pays africains sont confrontés. Les systèmes solaires photovoltaïques peuvent être conçus pour répondre à une grande variété de besoins en électricité. Nous voulons dans cette partie explorer la possibilité d'introduire le système solaire photovoltaïque injecté au réseau comme source complémentaire d'alimentation électrique de l'hôpital. En dépit de son coût d'investissement élevé, une fois

installé dans les normes définies par le guide des installations photovoltaïques en BT à savoir UTE C 15-712-1, elle devient quasiment gratuite au bout de quelques années d'exploitation en dehors des frais d'entretien.

V.1 DONNEES GEOGRAPHIQUES ET HYPOTHESES CLIMATIQUES

Nous avons utilisé les données d'ensoleillement de la ville de Ouagadougou la longitude qui est de 12°10' Nord et la latitude de 1°30' ouest grâce au logiciel *RETscreen.*

- Etant donné que la ville est située dans l'hémisphère Nord, les plaques seront orientées plein SUD d'une inclinaison équivalent à un angle d'environ 15°C.
- Nous prendrons une Irradiation journalière moyenne (Hi) de 5.15 kWh/m2/j sur le plan incliné des modules (cf. RETscreen)
- Nous considèrerons une Irradiance moyenne de 800 W/m2 sur le plan incliné des modules (cf. RETscreen)
- Nous utiliserons des panneaux de 300 Wc-48V pour des raisons de minimisation de la surface de champ PV.

V.1.1 Détermination du taux de pénétration

Pour évaluer le taux d'énergie photovoltaïque à injecter, il faut tenir compte de la surface dont nous disposons pour l'installation du champ PV.

Notre bilan de puissance nous donne une puissance électrique P= 872 kW installés.

Pour déterminer le nombre de panneaux PV à installer nous allons d'abord déterminer la puissance crête a installer.

- **Puissance électrique à injecter (Pel inj)** :

  Pel inj (kW)=Taux d′injection choisi x Pel estimée

- **Puissance crête à installer (Pc) :**

$$\boldsymbol{Pc(kW)} = \frac{P*n}{\mathrm{K}*\mathrm{Hi}} \qquad \text{(INES,sd)}$$

n : nombre d'heures de fonctionnement par jour (en heures)

Pc : puissance crête du panneau solaire à installer (kWc)

P : puissance électrique à alimenter par le panneau solaire (en kW)

Hi : énergie solaire incidente (moyenne journalière) en (kWh/m2.jour)

K : Coefficient de productivité k=0.7 (zone tropicale, source :UTE C15 712)

NB : si P est en Watt alors, PC en Watt crête tout simplement.

Ir : Irradiance sur le plan incliné de 15° des modules = 5.15 kW/m2/j (cf. RETscreen)

- **Nombre de modules à installer (Nm) :**

$$\mathbf{Nm} = \frac{Puissance \text{ crête à installer}}{\text{Puissace crete d'un module}}$$

- Surface necessaries à installation

$$S = \text{Nm x surface d'un module}$$

Tableau 6 : Choix du taux d'injection

Tableau x : Choix du taux d'injection Taux d'injection (%)	Puissance électrique injectée (kW)	Puissance crête à installer (kWc)	Nombre de modules correspondants	Surface nécessaire (m2)	Investissement estimé (FCFA)
5	44	83	300	737	84 000 000
10	88	167	588	1446	164 640 000
15	132	251	840	2065	235 200 000
20	176	335	1128	2774	315 840 000
25	220	418	1404	3452	393 120 000
30	264	502	1680	4131	470 400 000

D'après les résultats de ce tableau, et sur la base des hypothèses de calcul, il ressort que quelque que soit la configuration qui sera choisie par le maitre d'ouvrage, l'installation produira une énergie presque gratuite au bout de 16 ans ; donc pendant 8 ans dans le moindre de cas. Il ressort que cet investissement est rentable pour l'hôpital

Nous rappelons que le taux de pénétration maximum admissible pour une injection est de 30%. Des résultats de ce tableau, nous proposerons donc, en fonction de la surface dont nous disposons, un taux d'injection.

V.1.1.1 Configuration d' installation

L'installation PV connecté au réseau sera configurée comme suit :

Figure 5 : Configuration du système PV connecté au réseau

V.1.2 Dimensionnement du champ PV

Le dimensionnement de notre centrale photovoltaïque a était fait sur la base du logiciel SUNNY Design SMA

Tableau :hypothèses de dimensionnement du logiciel SUNNY Design SMA

Tableau 7 : Hypothèses de dimensionnement du logiciel SUNNY Design SMA

Température minimale	15°C
Température de configuration	35°C
Température maximale	42°C
Inclinaison des modules	15°C
Azimut	0

V.1.2.1 Choix des équipements :

Les onduleurs dont nous avons besoin pour notre installation sont des onduleurs réseau. Le dimensionnement a été fait par le logiciel Sunny Design 3. Notre choix s'est porté sur des onduleurs triphasés pour satisfaire notre puissance crête de chaque configuration. Le logiciel nous donne des onduleurs dont la puissance est supérieure à la puissance crête choisie. Ce

choix a été adopté après simulation de plusieurs onduleurs de différentes marques et puissances.

Dimensionnement des protections

- ❖ Protection de la partie continue (DC) contre les surintensités (court-circuit)

Dans une installation avec plusieurs chaines de module PV en parallèle, les modules doivent être protégés contre l'effet des courants inverses pouvant prendre naissance dans les chaines en cas de défaut. Cette protection sera assurée par des disjoncteurs à courant continu de calibre supérieur ou égal à **1,25 Icc** conforment à la norme **NF C15-100.**

- ➢ Protection contre les surtensions (foudre)

Il est nécessaire de protéger les modules contre une éventuelle surtension d'origine atmosphérique comme la foudre. Pour cela nous choisissons pour chaque string **Parafoudre type 2 DS41-230** chez **CITEL**

- ❖ Protection de la partie alternative(AC)

Dans le cas d'une installation raccordée au réseau par branchement à puissance limitée, la section minimale des conducteurs raccordés aux bornes aval de l'AGCP est de **10mm² Cu**. (UTE C 15-712-1, 2010)

- Les circuits AC sont protégés contre les surcharges conformément aux prescriptions de l'article 433 de la norme NF C 15-100.
- Pour chaque onduleur, le courant d'emploi à prendre en compte est le courant maximal donné par le fabricant de l'onduleur (38.33 A pour notre cas)
- Les calibres du dispositif de protection tiennent compte de la contrainte particulière telle que l'utilisation simultanée des appareils.
- L'installation est protégée contre les surtensions par un parafoudre triphasé.
- Les circuits AC sont protégés contre le court-circuit, le pouvoir de coupure des dispositifs de protection sont déterminés en tenant compte des courants de court-circuit maximaux susceptibles d'apparaitre en présence du réseau.
- En plus le circuit possède une protection de découplage, cette protection est destinée à la déconnection du générateur en cas de :
- Défaut sur le réseau public de distribution

- Disparition de l'alimentation par le réseau public de distribution
- Variation de tension ou de fréquence supérieure à celles spécifiées par le distributeur.

Cette protection de découplage est conforme aux dispositifs du guide UTE C 15-100. Dans notre cas cette protection est intégrée aux onduleurs et est conforme à la prénorme **DIN VDE 0126-1-1 (intégré à l'onduleur SMA)**

V.1.2.2 Dimensionnement des câbles

Pour le dimensionnement des conducteurs, la connaissance des cheminements et des différentes longueurs sont nécessaires. Le logiciel Sunny Design 3 dimensionne également les câbles en fonction des distances des différents appareils.

❖ Calcul des sections de câbles courant continu (DC)

- Condition de dimensionnement
- La température de dimensionnement du câble est de 40 °C.
- Mode de pose
- Les conducteurs en courant continu seront posés ensemble sur des chemins de câble perforé
- Calcul de la section de câbles

La section minimale de câble sera calculée en utilisant la formule suivante :

$$\boldsymbol{S} = \frac{2 * \rho * L * I}{\varepsilon * V}$$

Avec :

- S (mm^2) est la section de câble calculé
- (Ω/m) est la résistivité du cuivre qui vaut 0.017 Ω/m
- L(m) est la longueur des câbles
- I(A) est le courant maximal traversant qui circule dans le circuit
- ε est la valeur relative de la chute de tension admissible qui sera prise égal à 1%
- V (v) est la tension à la borne du conducteur

Les résultats du logiciel sont :

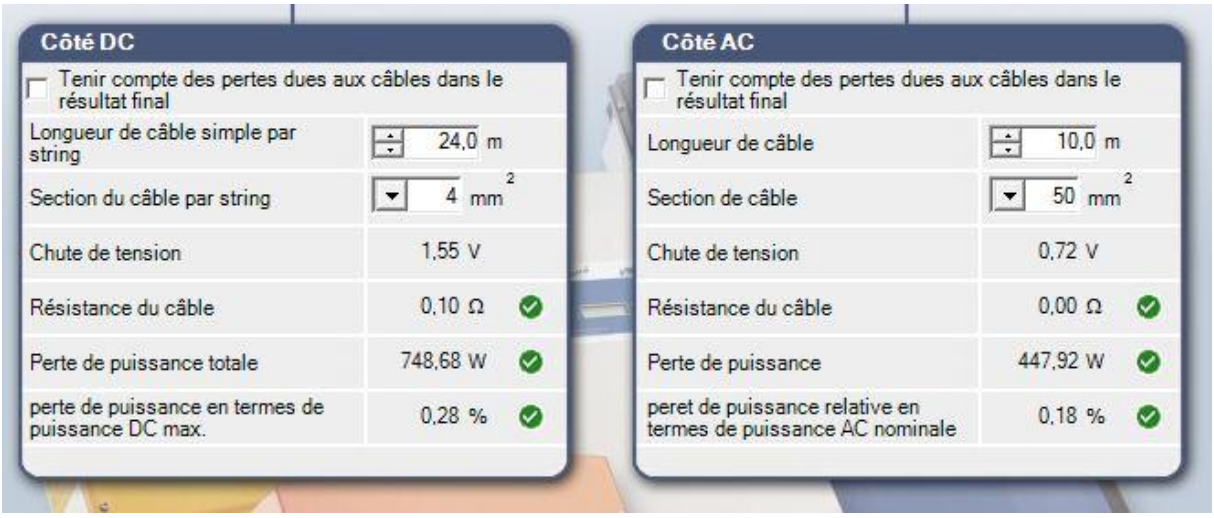


Figure 6 : Résultat de dimensionnement de section de câble d'après Sunny Design

V.1.3 Monitoring de l'installation photovoltaïque

- Description de la supervision

Il est indispensable de pouvoir suivre le fonctionnement de l'installation en temps réel afin d'opérer le plus tôt possible les éventuelles maintenances

Pour cela nous proposons la supervision de l'installation à travers un sunny webBox et un sunny Matrix de SMA.

Cette supervision à la capacité de :

- Fournir en temps réel les données climatiques de l'installation comme la température, l'ensoleillement, l'humidité etc.
- Fournir en temps réel la production énergétique de l'installation
- Fournir en temps réel l'état de fonctionnement des onduleurs
- De signaler les onduleurs défaillants par e-mail
- De stocker les différentes données pour archivage
- Accéder à distance tous les données via internet

- Matériel pour le monitoring

Pour assurer la supervision on a besoin au minimum de :

- Un suuny WebBox
- Un sunny matrix avec un serveur web intégré
- Un accès internet

- Un ordinateur local
- De câbles de liaison RS 485
- De câbles de liaison RJ 45

On peut ajouter d'autres éléments pour rendre la supervision plus sophistiquée.

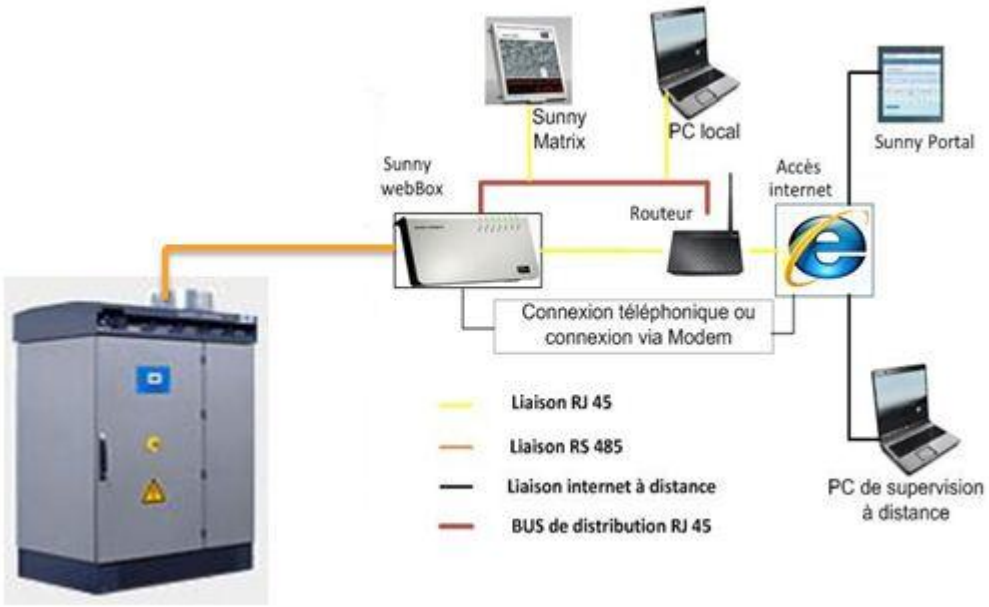


Figure 7 : Configuration du système monitoring

VI. ECLAIRAGE PUBLIC DE L'HOPITAL (EP)

L'éclairage de la cour du Centre Hospitalier Yalgado OUEDRAOGO concernera :

- les différentes voies de circulation à l'intérieur de la cour,
- les aires de stationnement
- tout autre espace source d'insécurité ou espace vert dans l'enceinte de l'hôpital
- Eclairage public solaire quin sera utilisé dans la cour de l'hopital

VI.1 DEFINITION DE QUELQUES GRANDEURS PHOTOMETRIQUES

Il est nécessaire de définir quelques concepts d'éclairagisme afin de mieux comprendre et aborder aisément l'étude. L'éclairagisme est la science qui étudie les grandeurs photométriques : le flux lumineux, l'intensité lumineuse, l'éclairement, la luminance, et l'indice de rendu des couleurs (IRC).

- Le flux lumineux

Le flux lumineux est la grandeur caractéristique d'un flux de rayonnement exprimant son aptitude à produire une sensation lumineuse sur un récepteur sélectif dont la sensibilité spectrale est conforme à celle de l'observateur de référence fixée par la commission internationale de l'éclairage. L'unité du flux lumineux est le LUMEN (lm). Cette grandeur sert principalement à qualifier photométriquement les lampes.

- L'intensité lumineuse.

Elle qualifie le flux élémentaire émis dans une direction de l'espace par une source quasi ponctuelle. Elle s'exprime par la relation $I = \frac{\mathrm{dF}}{\mathrm{d}\Omega}$ où dF est le flux élémentaire issu de la source quasi ponctuelle dans l'angle solide élémentaire d (cône élémentaire). La notion d'intensité peut être imagée par un rayon lumineux transportant une certaine énergie. Son unité le CANDELA (cd) est la base photométrique du Systèmes International d'unités. La connaissance de l'ensemble des intensités lumineuses émanant d'un luminaire permet de juger sa distribution photométrique.

- L'éclairement

C'est la densité de lumière sur une surface. Il s'exprime par la formule $E = \frac{\mathrm{F}}{\mathrm{S}}$ où F est la valeur du flux lumineux atteignant la surface et S l'aire de cette surface réceptrice. Son unité est le LUX (lx) qui représente un flux d'un lumen atteignant une surface d'un mètre carré. Cette grandeur est intéressante du fait qu'elle se mesure facilement à l'aide d'un LUXMETRE et permet le contrôle des installations.

- L'efficacité lumineuse

L'efficacité lumineuse d'une lampe ou d'un ensemble est le quotient du flux lumineux émis par une lampe, par la puissance consommée par la lampe ou par la puissance totale (lampe + auxiliaire). Elle est exprimée en LUMEN par Watt (lm/W)

- La luminance

Chaque fois que la provenance d'un flux lumineux doit être analysée, on parle de luminance perceptible par un observateur donné. Cette grandeur permet donc de tenir compte des sources de lumière présentes dans le champ visuel d'un observateur, soit en termes de risque d'éblouissement, soit en termes d'aide à la perception visuelle liée à l'aspect lumineux des

objets éclairés. Son unité est le CANDELA par mètre carré (cd/m2). La luminance se mesure avec un luminance-mètre. Il est possible de déterminer par exemple la luminance des chaussées, qui sert de base d'évaluation des projets d'Eclairage Public.

La luminance moyenne s'exprime par la loi de LAMBERT : $L = \frac{\rho E}{\pi}$ où ρ est le facteur de réflexion d'un objet plan et E son éclairement moyen. Ces concepts définis ci- dessus sont les grandeurs habituellement utilisées pour l'appréciation de la qualité de l'éclairage du point de vue photométrique. L'utilisation de ces grandeurs intègre plusieurs facteurs telle que la connaissance de la constitution du revêtement de la voirie à éclairer (bitume, béton, autres agrégats etc.).

- Indice de rendu de couleur :

L'indice de rendu des couleurs (IRC) représente la qualité de la lumière ; à savoir sa faculté à rendre fidèlement la vraie nature des couleurs telles qu'on peut les voir sous la lumière naturelle du soleil. Plus cet indice se rapproche de 100, plus la qualité de la lumière est excellente (Figure 8).

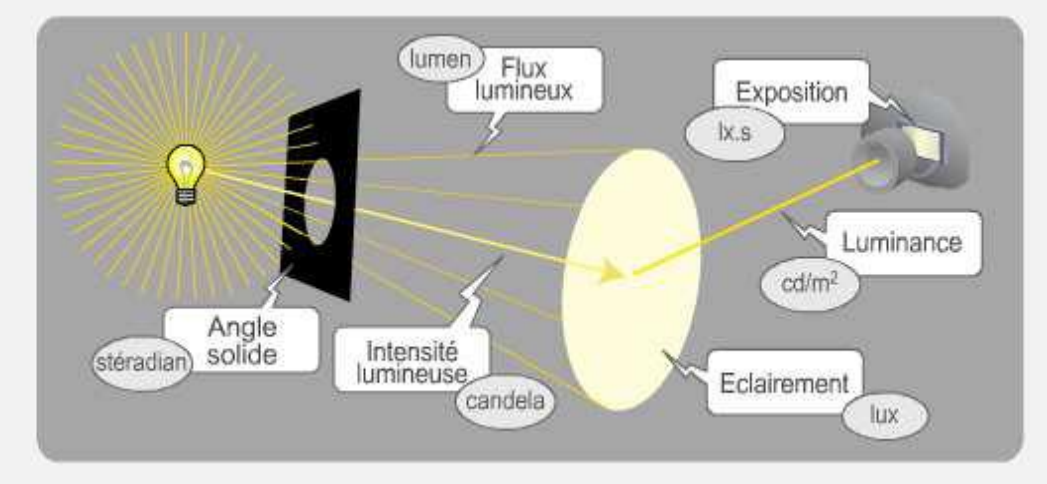


Figure 8 : Synthèse photométrique

VI.1.1 Matériels utilisés :

- Module photovoltaïque

Un module photovoltaïque (également appelé panneau solaire photovoltaïque) est un générateur électrique de courant continu. Il utilise une photopile pour transformer directement l'énergie solaire en électricité. Autrement dit, c'est un appareil qui crée de l'électricité lorsqu'il

est exposé à la lumière du soleil.

❖ Les batteries

La batterie sert à stocker l'énergie produite par les modules PV La batterie remplit deux fonctions importantes dans un système d'éclairage photovoltaïque avec batterie. Il s'agit des fonctions de :

- Autonomie. Une batterie permet de répondre aux besoins de la charge en tout temps, même la nuit ou par temps nuageux.
- Stabilisation de la tension. Une batterie permet de fournir une tension constante, en éliminant les écarts de tension du champ PV et en permettant aux appareils un fonctionnement à une tension optimisée.

❖ Le luminaire

Receptable de la source. C'est un ensemble mécanique, optique et électrique qui comprend une ou plusieurs lampes, répondant aux objectifs suivants :

- distribuer le flux lumineux en assurant aux lampes conservation des caractéristiques et durée de vie ;
- contrôler le flux en évitant toute gêne d'éblouissement notamment :

- Avoir des qualités électriques et mécaniques tenant compte du milieu où l'appareil est installé ;
- Protéger les lampes et dispositifs électriques et mécaniques contre l'action des intempéries.

❖ Détecteurs de lumière du jour

Ces dispositifs utilisent une cellule photo-électrique pour commander le fonctionnement d'appareils d'éclairage en mode marche/arrêt, ou en mode de gradation continue de l'éclairage. Les variations de l'éclairage ambiant détectées par la cellule photo-électrique commandent le fonctionnement du détecteur.

VI.1.1.1 Le poteau

❖ Eléments d'un poteau

Un poteau qui peut supporter un ou plusieurs luminaires, les modules solaires photovoltaïques et éventuellement la batterie et accessoires électroniques, se compose en général de plusieurs parties :

- le fût : Partie principale ou unique d'un poteau ;

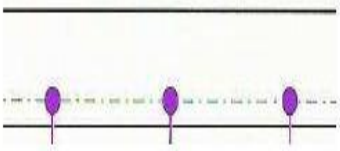
- la plaque d'appui (option) : Cette plaque assure la liaison entre le massif de fondation et le fût.
- la crosse : Elle assure le déport du luminaire au-dessus de la chaussée.

VI.1.1.2 Types d'implantations

On distingue plusieurs types d'implantations où interviennent largeur de voie et hauteur de feu.

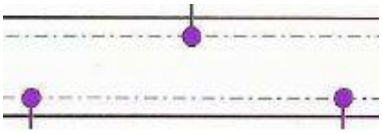
❖ **Les différents types d'implantation des poteaux :**

a) Implantation unilatérale :



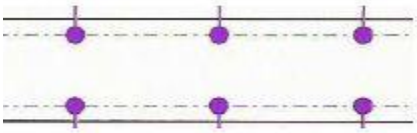
Ce type d'implantation n'est recommandée que dans le cas où la largeur de chaussée est voisine ou inférieure à la hauteur de feu Largeur chaussée $<$ Hauteur de feu

b) Implantation bilatérale en quinconce :



C'est le cas où la largeur de chaussée reste inférieure à une fois et demie la hauteur de feu. Il faut veiller à éviter l'effet désagréable de serpentement. Ce type d'implantation devra donc être évité dans les courbes Largeur chaussée$\leq {}^{1}/_{2}$ Hauteur de feu

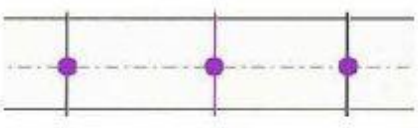
c) Implantation bilatérale vis-à-vis :



Ce type d'implantation intervient lorsque la largeur de chaussée est supérieure à une fois et demie de la hauteur de feu. Largeur chaussée $\geq {}^{1}/_{2}$ Hauteur de feu

d) Implantation axiale :

Dans le cas des implantations des lampadaires sur une double voie avec terrain plein central. Largeur chaussée $<$ Hauteur de feu



Figures 9 : Différents types d'implantation

VI.1.2 Dimensionnement d'installation :

Le dimensionnement a pour but de déterminer la puissance-crête du générateur solaire et la capacité de la batterie.

Données nécessaires du dimensionnent

- Les caractéristiques géométriques de l'installation

La chaussée est définie en renseignant les paramètres suivants:

- Type de chaussée (Simple ou double);
- Terre-plein central;
- Largeur de chaussée;
- Nombre de voies

- Type d'installation (Unilatérale, Bilatérale vis-à-vis, Bilatérale alternée, axiale)
- Type de luminaire
- Puissance et type de lampe à utiliser

- Les caractéristiques photométriques du revêtement

Les paramètres photométriques prennent en compte la géométrie des voies, les aménagements connexes (terre-plein central, trottoirs, voies de sécurité) et le type de revêtement.

Ainsi donc le dimensionnement de l'éclairage public consistera à calculer les paramètres photométriques suivants :

- La luminance moyenne (L)
- Le facteur d'uniformité générale (U0)
- L'indice de confort visuel (G)
- Le facteur d'uniformité longitudinale (Ul)
- Calcul de l'éblouissement perturbateur (TI)

Tableau 8 : Recommandations selon l'AFE

Désignation	Symbole	Valeur de consigne
Luminance moyenne	Lmoy	≥1,5cd/m2
Facteur d'uniformité générale	U (Lmin/Lmax)	≥0,4

Facteur d'uniformité longitudinale	Ul	≥0,7
Taux d'éblouissement perturbateur	TI	≥15%
Indice de confort visuel	G	>5
Eclairement moyen	Ehmoy	≥20lux

Estimation des besoins d'électricité (Wh/j)

Puissance de la lampe solaire proposée : 32.6 Watts (lampe à basse consommation)

Nombre d'heures d'utilisation : 12heures/j, soit 4 380 heures/an

Consommation électrique : 391.2Wh/j, soit 143kWh/an.

Estimation de la capacité de stockage requise (Ah)

Tension nominale des accumulateurs à courant continu (cc) : Vacc : 12V;

Décharge maximale des accumulateurs (DOD) : Entre 20 % et 80% de décharge ;

Nombre de jours de stockage (jours d'autonomie du système) : Ja = 3 j

La capacité de la batterie : 100 (Ah).

Estimation du module photovoltaïque requis (Wc)

On tient compte des pertes au niveau des composants électriques :

- Rendement du générateur photovoltaïque (Pertes dues à la poussière, à l'échauffement des modules, au câblage, etc., comprises) : Rg = 13% à 18% ;
- Rendement d'une batterie d'accumulateurs (Pertes de câblage et de vieillissement) : Racc ~ 75% à 90 % ;
- Rendement des régulateurs de charge : Rr ~ 90 à 95% ;

Pour les systèmes avec batterie, le coefficient est en général compris entre 0,55 et 0,75. La valeur approchée que l'on utilise le plus souvent pour les systèmes avec batterie est de 0,65.

Puissance du champ photovoltaïque P= 160 Wc.

❖ Les câbles

Le câblage est conçu de manière à limiter au maximum des chutes de tension. L'installateur devra préciser la section des câbles qui seront utilisés pour l'installation. La chute de tension doit être limitée à 3%.

A cet effet, les sections des câbles retenues sont les suivantes :

Module → Régulateur → Batterie : 4 mm2

Régulateur → Boites de dérivation : 4 mm2

Batterie → Récepteur : 2,5 mm2

Boites de dérivation → Récepteur : 2,5 mm2

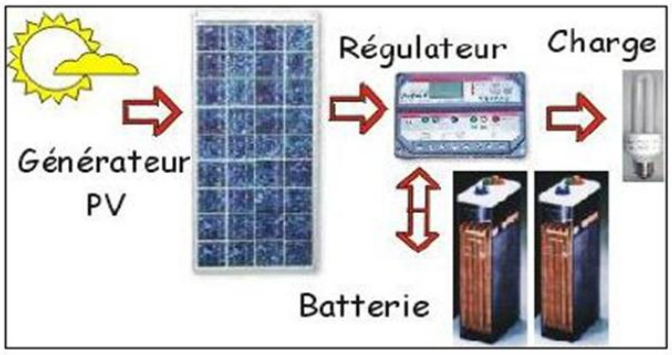


Figure 10 : Configuration du système photovoltaïque.

Caractéristique de chaussée :

Tableau 9Caractéristique de chaussée

Type de chaussé	Simple	Simple
Largeur de la route	7	10
Nombre de voie	2	1
Type de luminaire	LED	LED
Lux moyen sol (Mat)	7m	7m
Espacement	25m	25m
Avancement	0.5	0.5
Inclinaison	15°	15°

VI.1.3 Estimation du cout :

Tableau 10 : Estimation de cout de l'éclairage public

Désignation	Prix Unitaire (FCFA)	Quantité	Prix total
Panneaux Solaires	180 000	160	10 800 000

Batteries	256 000	160	15 360 000
Régulateur	32 400	160	1 944 000
Luminaires	56 000	160	3 360 000
Poteaux	209 600	160	12 576 000
Accessoires	98 000	160	5 880 000
Cout de maintenance/AN			378 066
Cout total			50.298.066

VI.1.4 Estimation financière des investissements

Nous avons évalué le coût d'investissement de notre installation PV. Les résultats sont consignés dans le tableau ci-dessous :.

Tableau 11Cout indicatif du champ PV

N°	Désignation	Unité	Quantité	Prix unitaire	Prix total
01	Plaques solaires (300 W/24V)	u	2065	240000	495600000
02	Support des modules	ft	1	8640000	8640000
03	Onduleur Sunny central C250	u	1	25000000	25000000
04	Disjoncteur triphasé	u	14	300000	2700000
05	Déclencheurs Vigi DT40 25 A sensibilité 300mA	u	14	80000	720000
06	Interrupteur sectionneur général DPX IS 630 4P 630A	u	1	125000	125000
07	Parafoudre Type2 Triphasé	u	1	205 000	205 000
08	Câbles solaires de 2.5 mm2 Cu	ml	200	1000	20 0000

09	Câbles électriques U1000 R02V	ml	100	500	50 000
10	Coffrets et protections divers	u	9	375 000	3 375 000
11	Frais d'entretien annuel	ft	1		1 500 000
	Monitoring	ft	1		368 529 705
12	Main d'œuvre	ft	1	10 000 000	10 000 000
	Total(FCFA)	891 664 705			
	TVA(18%)				
	Total(FCFA)	**160 499 647**			

VII. COUT GLOBAL DU PROJET

Le cout indicatif d'investissement est de 2 619 692 445 deux milliards six cent dix-neuf millions six cent quatre-vingt-douze mille quatre cent quarante-cinq (Tableau 12

L'injection du champ PV assurerait sur le moyen et le long terme, une bonne rentabilité financière à l'hôpital, il serait donc judicieux d'investir sur le projet en fonction de l'enveloppe budgétaire du maitre d'ouvrage.

VIII. CONCLUSIONS

Cette étude du volet électricité du courant fort de réhabilitation complète de CHU-YO initiée par l'état burkinabé. Il nous a permis de réaliser plusieurs opérations parmi lesquelles l'état de lieux, diagnostic électrique complet de l'hôpital, la conception et le dimensionnement optimal et normatif de la nouvelle installation électrique. Ainsi, pour couvrir la totalité de ses charges électriques à installer avec une marge de 15%, elle aura besoin de deux transformateurs supplémentaires de (2x800 kVA), et d'un groupe secours de 800 kVA. En outre, l'élargissement des limites de cette étude révélé d'une part que cet hôpital peut tirer une partie de sa rentabilité économique de par l'adoption d'une politique énergétique accompagnée des recommandations qui, consistent en l'utilisation des équipements intelligents, en l'installation des récepteurs.

Aussi, nous avons fait plusieurs propositions d'ordre général et spécifique qui, certes, coûtent de chers mais qui permettront de mieux protéger l'hopital ainsi que les personnels qui y travaillent.

En effet, le présent projet présente un coût global de **2 619 692 445 FCFA.**

Enfin nous pourrions étendre le champ PV pour atteindre le taux d'injection maximal ; cela pourrait permettre de réduire la durée de retour sur investissement.

Bibliographie

IEC 61194 Ed1.0 Paramètres caractéristiques des systèmes photovoltaïques autonomes

IEC 61683 Systèmes photovoltaïques –conditionneurs de puissance : méthode de mesure du rendement

IEC 61724 Ed 1.0 Suivi des performances des systèmes photovoltaïques –guide pour la mesure l'acquisition et l'échange des données

IEC 61725 Ed 1.0 Expression analytique des profils solaires journaliers

IEC 61727 Ed. 1.0 Systèmes photovoltaïques –caractéristique de l'interface avec le réseau

NFC EN 50091 Alimentation sans interruption : prescriptions générales de sécurité

CEI 947.1&2 Les disjoncteurs industriels

NFC 61.410 Disjoncteurs domestiques

NFC 61.420 Disjoncteurs différentiels à courant résiduel

ADEME (2003), Entreprises : optimisez vos consommations énergétiques.

ADEME (2008), Eclairage industriel : les bénéfices d'un bon éclairage.

Cathalogue Legrand compensation énergie électrique.

Cathalogue éclairage général PHILIPS.

Schneider électrique(2009) NFC-15-100 partue 5-55, guide UTC 15-400 et UTC 15-712.

Schneider Electrique (2009). Guide de l'installation électrique raccordé au réseau de distribution publique

Site Internet : http://eclairagepublic.free.fr

Site Internet : http://energies-nouvelles-entreprises.fr

Site Internet : http://solutionsnouvelles.ex-flash.com

Annexes

Annexe 1 : Devis de source d'alimentation 62
Annexe 2 : Cout Indicatif des réhabilitations électriques 65
Annexe 3Eclairage public a énergie solaire 66
Annexe 4 : Bilan des puissances 67
Annexe 5 : Principaux câbles secours 71
Annexe 6 : Schéma unifilaire de l'installation 74
Annexe 7 : Tableau principal de chaque bâtiment 75

Annexe 1 : Devis de source d'alimentation

N°	DESIGNATION	UNITE	QUANTITE	PRIX UNITAIRE	PRIX TOTAL
1.5	**Réseau de courant ondulé pour appareils médicaux spécifiques**				
1.5.1	Fourniture et pose d'un onduleur de capacité 400V/400V 20KVA autonomie 10mn entrée et sortie triphasées	u	1	9 250 000	9 250 000
1.5.2	Fourniture et pose d'un onduleur de capacité 400V/400V 15KVA autonomie 10mn entrée et sortie triphasées	u	4	7 500 000	30 000 000
1.5.3	Réalisation des réseaux de courant ondulé alimenté par les 5 onduleurs (fourreautage, goulottes, câble, boîte d'encastrement)	ens.	1	20 000 000	20 000 000
1.5.4	Tableau général courant ondulé (TGCO) y compris toute sujétion	ens.	5	2 800 000	14 000 000
1.5.5	Tableau Divisionnaire de courant ondulé (TDCO) y compris toute sujétion	ens.	12	1 750 000	21 000 000
-	**Sous total Réseau de courant ondulé**				**94 250 000**
1.6	**Compensation de l'énergie réactive**				
1.6.1	Armoire automatique de batteries de condensateurs de 120 kVAR / 400V de 8 gradins de 15 kVAR y compris toute sujétion	ens	2	5 875 000	11 750 000
1.6.2	Armoire automatique de batteries de condensateurs de 150 kVAR / 400V de 10 gradins de 15 kVAR y compris toute sujétion	ens	2	7 343 750	14 687 500
	Sous total compensation				**26 437 500**
	SOUS TOTAL SOURCES D'ALIMENTATION				**561 919 538**
2	**PROTECTION CONTRE LA**				

	FOUDRE				
2.1	Fourniture et pose de paratonnerre à dispositif d'amorçage (PDA), avance à l'amorçage 60 µs, modèle Pulsar 60 ou équivalent, y compris dispositif de fixation, méplat, compteur de foudre, éclateurs d'antenne, joint de contrôle, diverses liaisons équipotentielles et toutes sujétion	ens	6	4 550 000	27 300 000
2.2	Réalisation d'un puits de terre de résistance inférieure à 5Ω pour la mise à la terre des paratonnerres	ens	6	425 000	2 550 000
	SOUS TOTAL PROTECTION CONTRE LA FOUDRE				**29 850 000**
3	**CABLES D'ALIMENTATION**				
3.1	Ensemble tranchée busée, grillage avertisseur et chemin de câble	ens	1	25 000 000	25 000 000
3.2	Câble U1000 R02V de (3x2x240) + (1x240)	m	140	280 000	39 200 000
3.3	Câble U1000 R02V de 3x1,5mm²	m	310	1 250	387 500
3.4	Câble U1000 R02V de 3x2,5mm²	m	300	1 750	525 000
3.5	Câble U1000 R02V de 4x120mm²	m	200	37 500	7 500 000
3.6	Câble U1000 R02V de 4x50mm²	m	1820	22 500	40 950 000
3.7	Câble U1000 R02V de 4x70mm²	m	2180	26 500	57 770 000
3.8	Câble U1000 R02V de 5x10mm²	m	450	9 800	4 410 000
3.9	Câble U1000 R02V de 5x16mm²	m	4140	12 500	51 750 000
3.10	Câble U1000 R02V de 5x25mm²	m	6280	17 500	109 900 000
3.11	Câble U1000 R02V de 5x6mm²	m	1970	4 280	8 431 600
	SOUS TOTAL CABLES D'ALIMENTATION				**345 824 100**
4	**RESEAU DE MISE A LA TERRE**				
4.1	Réalisation de l'ensemble des puits de terre des masses du centre hospitalier de résistance inférieure à 10Ω	ens	1	6 300 000	6 300 000

	SOUS TOTAL RESEAU DE MISE A LA TERRE				**6 300 000**
5	**TABLEAUX ELECTRIQUES**				
5.1	Fourniture et pose d'un Tableau Général Basse Tension Secouru (TGBT S) pour l'alimentation des bâtiments alimentés par l'ancien Poste	u	2	4 750 000	9 500 000
5.2	Fourniture et pose d'un Tableau Général Basse Tension Secouru (TGBT S) pour l'alimentation des bâtiments alimentés par le nouveau Poste	u	2	6 425 000	12 850 000
5.3	Fourniture et pose de Tableau Electrique Principal Secouru	u	25	1 850 000	46 250 000
5.4	Fourniture et pose de Tableau Electrique Principal Non Secouru	u	25	1 850 000	46 250 000
5.5	Fourniture et pose de Tableau Divisionnaire Secouru	u	76	1 125 000	85 500 000
5.6	Fourniture et pose de Tableau Divisionnaire Non Secouru	u	76	1 125 000	85 500 000
5.7	Fourniture et pose de Tableau Secondaire Secouru	u	25	975 000	24 375 000
5.8	Fourniture et pose de Tableau Secondaire Non Secouru	u	25	975 000	24 375 000
	SOUS TOTAL TABLEAUX ELECTRIQUES				**334 600 000**
	MONTANT TOTAL HORS TAXES				**1 834 525 002**
	TVA 18%				**330 214 500**
	MONTANT TOTAL TOUTES TAXES COMPRISES				**2 164 739 502**

Annexe 2 : Cout Indicatif des réhabilitations électriques

UT INDICATIF DU PROJET DE REHABILITATION ET EXTENSION DE COURANT FORT DU(CHU - YO) A OUAGADOUGOU

DESIGNATION DES OUVRAGES	MONTANT TOTAL HORS TAXES (FCFA)	TVA18%	MONTANT TTC (FCFA)
SOURCES D'ALIMENTATION	561 919 538	101 145 517	663 065 055
PROTECTION CONTRE LA FOUDRE	29 850 000	5 373 000	35 223 000
CANALISATIONS ELECTRIQUES	345 824 100	62 248 338	408 072 438
RESEAU DE MISE A LA TERRE	6 300 000	1 134 000	7 434 000
CHAMP PV	891 664 705	160 499 647	1 052 164 352
TABLEAUX ELECTRIQUES	334 600 000	60 228 000	394 828 000
ECLAIRAGE PUBLIC	49 920 000	8 985 600	58 905 600
MONTANT TOTAUX	2 220 078 343	399 614 102	2 619 692 445

Lampadaires L145

Eclairage de voies urbaines, parkings et grands espaces publics

CANOPY
DELIVERING ENERGY BENEFITS

Spécifications Techniques		
Luminaire LED		
Flux Lumineux	Lm *(lumens)*	3 221
Puissance	W	32.6
Module Photovoltaïque	Wc *(Watt crête)*	160
Batterie		
Capacité	Ah	100
Tension	V	12
Technologie		AGM (absorded glass mat)
Durée de vie nominale		5 à 7 ans
Garantie produit		3 ans
Mât	m	7
Matériau		acier galvanisé
Epaisseur acier	mm	4
Tête de mat		
Poids	kg	58
Surface panneau	m2	0.58
Autonomie		
Profil d'éclairage		Nuit de 12 hr à 100%
Consommation par nuit	Wh	391
Capacité batteries	Wh	1 200
Autonomie batteries	hr à 100%	37
	Nr de Nuits	3.1

Annexe 3Eclairage public a énergie solaire

Annexe 4 : Bilan des puissances

EVALUATION DES PUISSANCES INSTALLEES DANS LES BATIMENTS PROJETES DU CENTRE HOSPITALIER YALGADO OUEDRAOGO

		Climatisation				Electricité			
N°	**Désignation**	**Superficie (m^2)**	**Ratio**	**Pce clim (kW)**		**Puissance de luminaire (kw)**	**Pce totale Prise de couarant**	**Pce totale Equipements medicaux**	
1	**PHASE 1**								
1.1	**Coté Centre de Dialyse**								
1.1.1	Bâtiment projeté pour Hémodialyse en R+1	1 028,44	200,00	68,56		5,94	6,00	9,102	
1.1.2	Bâtiment projeté pour Néphrologie Hémodialyse	630,40	200,00	42,03		3,64	4,00	5,579	
1.1.3	Foyer des dialysés y compris aménagement de pavés	304,74		-		1,76	1,00		
1.1.4	Local Groupe Eléctrogène de 250 KVA côté Nord du mur de CHU-YO	46,14		-		0,29			
1.1.5	Incinérateur moderne	40,00		-		0,25	2,00		
1.1.6	Magasins dépotoires	48,02		-		0,29	0,60		
						12,17	13,60	14,681	40,45
1.2	**Coté Clinique Pédiatrique**								
1.2.1	Officine Pharmaceutique	120,00	200,00	8,00		0,72	0,70	1,062	
1.2.2	Extension de la pédiatrie	190,85	200,00	12,72		1,08	7,00	1,689	
1.2.3	Toilette	10,80		-		0,11			12,67

1.2.4	Aire de lavage	9,50		-		0,11	0,20		
						2,02	7,90	2,751	
1.3	**Coté Hopital de Jour**								
1.3.1	Centre de traitement ambulatoire derrière l'hopital de jour	392,00	200,00	26,13		2,30	0,70	3,469	6,47
1.4	**Coté Urologie**								
1.4.1	Nouveau bâtiment Urologie en R+1	850,00	200,00	56,67		4,97	6,00	7,523	
1.4.2	Extension ancien bâtiment en R+1	596,00	200,00	39,73		3,46	4,00	5,275	
1.4.3	Aire de lavage	9,50		-		0,11	0,20		
1.4.4	Toilette	10,80		-		0,11			
						8,64	10,20	12,798	31,64
1.5	**Coté PNEUMO-PHTISIOLOGIE PAVILLON "B"**								
1.5.1	Toilette	30,80		-		0,25			
1.5.2	Aire de lavage	9,50		-		0,11	0,20		
1.5.3	Bâtiments projetés pour Centre d'Isolation ex Ebola et Détenus	275,00	200,00	18,33		1,62	0,50	2,434	
1.5.4	Clôture pour pour Centre d'Isolation ex Ebola et Détenus	120,00		-		0,72			
						2,70	0,70	2,434	5,83
1.6	**Coté Issue de secours Trypano**								
1.6.1	Toilette	30,80		-		0,25			
1.6.2	Aire de lavage	9,50		-		0,11	0,20		
1.6.3	Toilette de l'ENSP	13,00		-		0,14			
						0,50	0,20		0,70
1.7	**Coté Psychiatrie pour Adulte et enfant**								

1.7.1	Amphithéatre et salles de conférence (hall d'entrée en R+1) côté Psychiatrie pour Adulte	1 296,04	200,00	86,40		7,81	7,00		
1.7.2	Toilette	30,80		-		0,25			
1.7.3	Service Hôtelerie (Buanderie) + salle de stérilisation centralisée coté Psychiatrie pour enfant en R+1	796,54	200,00	53,10		8,13	7,00	7,049	
						16,19	14,00	7,049	37,24
1.8	**Coté Direction**								
1.8.1	Extension de la Direction Générale en R+3	2 723,92	200,00	181,59		16,02	18,00	24,107	
1.8.2	Bâtiment R+1 pour Patrimoines et Logistiques	941,12	200,00	62,74		5,58	4,00	8,329	
1.8.3	Archives Centrales (R+1)	400,00		-		2,41	0,50		
						24,01	22,50	32,436	78,95
2	**PHASE 2**								
2.1	**Coté Imagerie**								
2.1.1	Extension de l'imagerie en R+1	1 750,00	255,00	148,75		10,40	7,00	15,488	32,89
2.2	**Coté ex Cuisine et ex-Service Patrimoines et logistiques**								
2.2.1	Nouveau bâtiment R+1 pour Laboratoires Médicaux	3 255,20	200,00	217,01		19,87	6,00	28,809	54,68
2.3	**Zone réservée aux cultes**								
2.3.1	Chapelle	190,66		-		1,15	0,20		
2.3.2	Temple	192,23		-		1,22	0,20		
2.3.3	Mosquée	222,23		-		1,37	0,20		67,03

2.4	Zone d'extension du coté des bâtilments des internes des hopitaux et des hôtes et médecins de garde	1 155,00	200,00	77,00		6,80	6,00		
2.5	Bâtiment des internes des hopitaux en R+2	710,85	200,00	47,39		4,21	12,00		
2.6	Bâtiment des Hôtes et médecins de garde (R+1)	473,90	200,00	31,59		2,81	6,00		
2.7	Bâtiment pour cuisine	660,65		-		4,14	0,70	6,54	
2.8	Morgue	500,00	255,00	42,50		2,95	0,50	10,025	
						24,66	25,80	16,565	
3	**PHASE 3**								
3.1	**Coté Direction**								
3.1.1	Restaurant + cuisine	392,13	200,00	26,14		2,34	0,80	3,882	33,16
3.2	**Coté ex Cuisine et ex-Service Patrimoines et logistiques**								
3.2.1	Nouveau bâtiment R+1 pour Service Pharmaceutique	1 302,50	200,00	86,83		7,85	6,00	11,527	25,38
PUISSANCE PAR VOLET			**kWth**	1 333,24					
			kWel	**444,41**		**427,09**			

PUISSANCE TOTALE (kW)	**872**
cofficient de simultaneité	0,7
Puissance d'utilisation (kW)	610
Facteur de puissance	0,8
Puissance appparente (kVA)	763

Annexe 5 : Principaux câbles secours

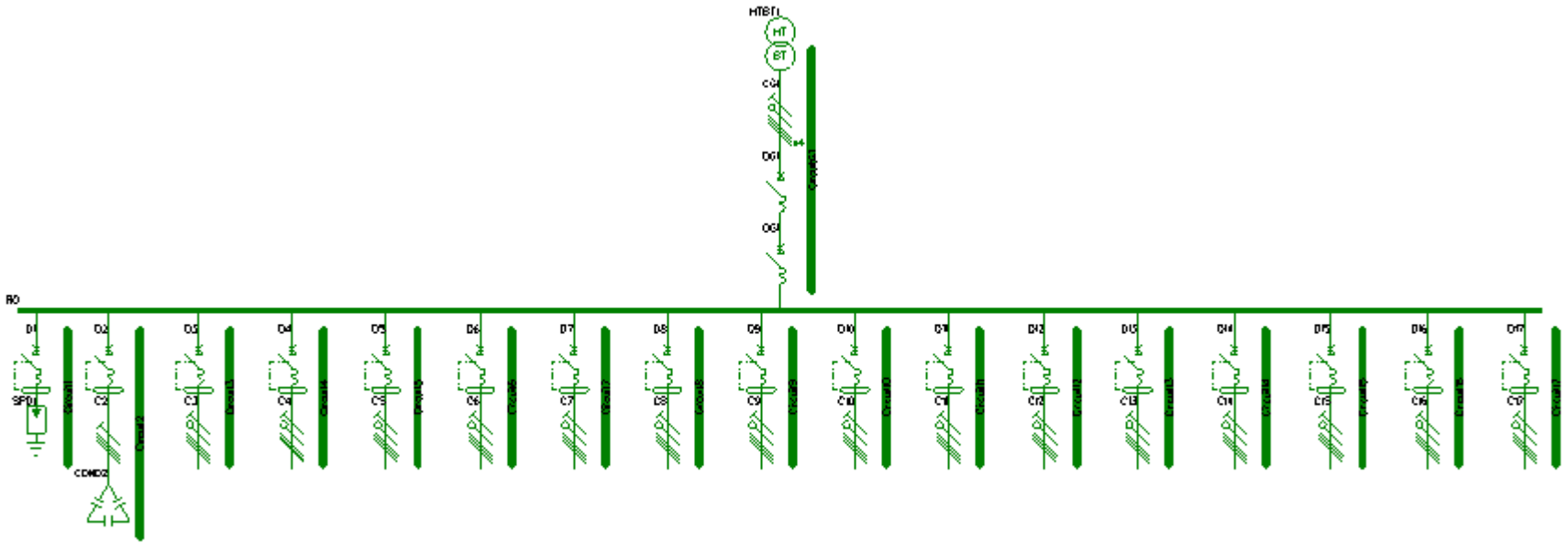
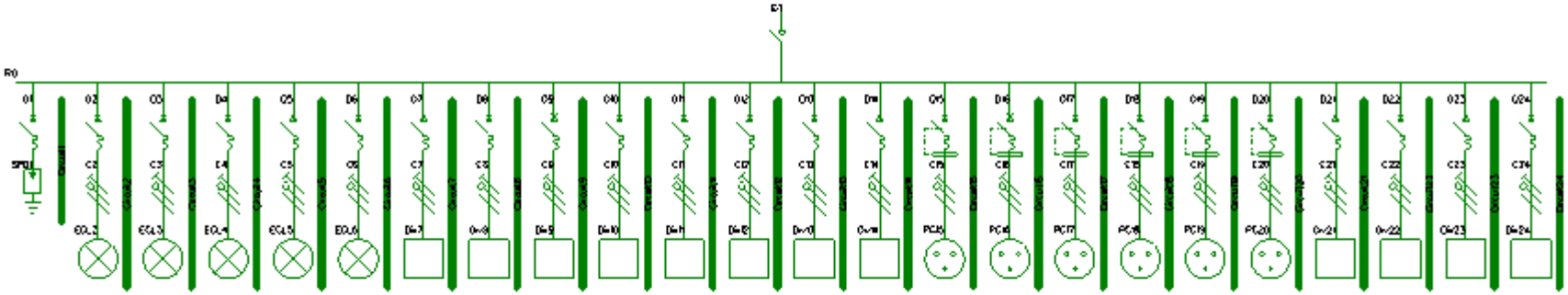
CARNETS DES PRINCIPAUX CABLES SECOURUS

REP	Origine	Désignation Bâtiment	Choix des câbles		
			Longueur (m)	Section (mm^2)	Nature
P1TR1.1	Transformateur 1 de 630kVA	Disjoncteur général D1.1	20	(3x2x240)+ (1x240)	U 1000 RV2
P1TR1.2	Transformateur 2 de 630kVA	Disjoncteur général D1.2	15		
P1TR1.3	Disjoncteur général D1.1	Inverseur de source de 1000A	20	(3x2x240)+ (1x240)	U 1000 RV2
P1TR1.4	Groupe électrogène de 630kVA	Inverseur de source de 1000A	20	(3x2x240)+ (1x240)	U 1000 RV2
P1TR1.5	Inverseur de source de 1000A	Tableau Général Basse Tension TGBT 1 Secouru	20	(3x2x240) + (1x240)	U 1000 RV2
P1TR1.6	Disjoncteur général D1.2	Tableau Général Basse Tension TGBT 1 Non Secouru	20	(3x2x240) + (1x240)	U 1000 RV2

P1TR1.7	Tableau Général Basse Tension TGBT 1 Secouru	Tableau Electrique Principal TEP 1.1	100	4x120	U 1000 RV2
P1TR1.8	Tableau Electrique Principal TEP 1.1	Tableau Divisionnaire RDC Extension Direction Générale de l'Hôpital (R+3)	35	4x50	U 1000 RV2
P1TR1.9	Tableau Divisionnaire RDC Extension Direction Générale de l'Hôpital (R+3)	Tableau Secondaire Extension Direction Générale R1	25	5x25	U 1000 RV2
P1TR1.10	Tableau Divisionnaire RDC Extension Direction Générale de l'Hôpital (R+3)	Tableau Secondaire Extension Direction Générale R2	25	5x25	U 1000 RV2
P1TR1.11	Tableau Divisionnaire RDC Extension Direction Générale de l'Hôpital (R+3)	Tableau Secondaire Extension Direction Générale R3	25	5x25	U 1000 RV2
P1TR1.12	Tableau Electrique Principal TEP 1.1	Tableau Divisionnaire RDC Direction Générale	40	5x50	U 1000 RV2
P1TR1.13	Tableau Divisionnaire RDC Direction Générale	Tableau Secondaire R1 Direction Générale	25	5x25	U 1000 RV2

P1TR1.14	Tableau Electrique Principal TEP 1.1	Tableau Divisionnaire Bâtiment R+1 pour patrimoine et logistiques	75	5x25	U 1000 RV2
P1TR1.15	Tableau Divisionnaire Bâtiment R+1 pour patrimoine et logistiques	Tableau Secondaire R1 Bâtiment R+1 pour patrimoine et logistiques	25	5x25	U 1000 RV2
P1TR1.16	Tableau Electrique Principal TEP 1.1	Tableau Divisionnaire Archives Centrales	75	5x16	U 1000 RV2
P1TR1.17	Tableau Electrique Principal TEP 1.1	Tableau Divisionnaire Restaurant + cuisine	75	5x16	U 1000 RV2

Annexe 6 : Schéma unifilaire de l'installation



Annexe 7 : Tableau principal de chaque bâtiment