



REPUBLIQUE DU BENIN

**MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE
SCIENTIFIQUE (MERS)**

UNIVERSITE D'ABOMEY-CALAVI (UAC)

ECOLE POLYTECHNIQUE D'ABOMEY-CALAVI

CENTRE AUTONOME DE PERFECTIONNEMENT

DEPARTEMENT DE GENIE ELECTRIQUE

LICENCE PROFESSIONNELLE EN GENIE ELECTRIQUE

THEME :

**Etude technique d'une alimentation électrique secourue
au profit d'une station d'atterrissage de fibre optique de
Moov Africa Bénin à Fidjrossè**

Réalisé par :

François AIZANNON

Maître de mémoire :

Mr Luc NASSARA

Maître de stage :

M. Pierre QUENUM

JURY

President : Dr Ing (MC) Patrice Koffi CHETANGNY, Enseignant à l'EPAC

Membres

Superviseur du rapport : Mr Luc NASSARA, Enseignant

Examineur : Dr Faras ISSIAKO, Enseignant

ANNEE ACADEMIQUE : 2025-2026

DEDICACE

À la mémoire de ma très chère mère,

Vous qui m'avez entouré de votre amour et de votre tendresse, je garde précieusement les valeurs que vous m'avez transmises et les sacrifices que vous avez consentis pour moi. Bien que vous ne soyez plus parmi nous, votre souvenir demeure une source de force et d'inspiration. Que le Seigneur vous accorde le repos éternel.

À mon cher père,

Pour votre affection, votre soutien indéfectible et vos précieux conseils, qui ont largement contribué à mon parcours. Que Dieu vous accorde une longue vie, dans la paix, la santé et le bonheur.

À mes frères et sœurs,

Pour votre affection, votre soutien et vos encouragements, qui m'ont accompagné tout au long de ce parcours.

À mes merveilleux enfants,

Vous êtes la lumière de mon existence, ma plus grande fierté et la source de ma détermination à me surpasser chaque jour.

À ma très chère épouse,

Pour votre amour, votre patience, votre soutien indéfectible et votre confiance. Votre présence a été une source constante de courage et d'inspiration. Merci d'être à mes côtés et de partager chacune de mes réussites.

À tous mes amis,

En témoignage de ma sincère reconnaissance pour votre amitié, vos encouragements et votre soutien tout au long de la réalisation de ce mémoire a été rendue possible grâce au soutien, à l'encadrement et à l'accompagnement de nombreuses personnes auxquelles j'adresse ma profonde gratitude.

REMERCIEMENTS

Je rends avant tout grâce à Dieu Tout-Puissant, source de toute sagesse, pour m'avoir accordé la santé, la force et la persévérance nécessaires à l'aboutissement de cette formation et à la réalisation de ce travail.

- Au Directeur de l'EPAC, le Dr (MC) **Victorien F. DOUGNON** ;
- A la Directrice Adjointe de l'EPAC, le Dr (MC) **Chakirath F. SALIFOU** ;
- Au chef CAP, le Dr Fidèle TCHOBO ;
- Au Chef du département de Génie Électrique à l'EPAC, le Dr (MC) **Patrice Koffi CHETANGNY** pour son suivi, son accompagnement durant mon parcours ;

Au Professeur **Macaire Bienvenu AGBOMAHENA**, pour ses conseils et son accompagnement durant mon cursus à l'EPAC;

J'adresse ma profonde gratitude au **Mr Luc NASSARA**, mon maître de mémoire, pour sa disponibilité, sa rigueur scientifique, la pertinence de ses orientations, ses conseils avisés et son accompagnement constant tout au long de la réalisation de ce mémoire.

Je remercie très sincèrement **Mr Pierre QUENUM**, mon maître de stage, pour son accueil, son encadrement, sa disponibilité ainsi que les connaissances pratiques qu'il m'a permis d'acquérir durant mon stage.

J'exprime également ma reconnaissance à l'ensemble des enseignants, du personnel administratif et technique de l'EPAC et du CAP pour la qualité de leurs enseignements et leur disponibilité.

Je remercie enfin ma famille, mes proches, mes amis ainsi que tous mes camarades de promotion pour leurs encouragements, leur soutien moral et leur confiance tout au long de ce parcours.

À toutes les personnes qui, de près ou de loin, ont contribué à l'aboutissement de ce travail, j'adresse mes plus sincères remerciements.

SOMMAIRE

DEDICACE.....	i
REMERCIEMENTS	ii
SOMMAIRE	iii
LISTE DES FIGURES.....	iv
LISTE DES TABLEAUX.....	v
SIGLES ET ACRONYMES	vi
RESUME.....	vii
ABSTRACT	viii
INTRODUCTION GENERALE.....	1
CHAPITRE 1 : PRESENTATION DU LIEU DE STAGE ET DES TRAVAUX EFFECTUÉS	2
CHAPITRE 2: GENERALITES SUR LES SYSTEMES D'ENERGIE SECOURUE.....	9
CHAPITRE 3: DIMENSIONNEMENT ET CHOIX DES COMPOSANTS POUR LE SYSTEME D'ALIMENTATION SECOURUE.....	29
CONCLUSION	47
BIBLIOGRAPHIE	48
TABLE DES MATIERES	53

LISTE DES FIGURES

Figure 1 : Organigramme de Moov Africa Bénin	3
Figure 2: Entretien des batteries	5
Figure 3: Entretien du groupe électrogène	6
Figure 4: ASI en attente passive.....	12
Figure 5: ASI en interaction avec le réseau.....	13
Figure 6: Principe d'ASI à double conversion.....	14
Figure 7: ASI Double conversion avec chargeur indépendant.....	14
Figure 8: ASI à double conversion avec une voie de secours parallèle	15
Figure 9: ASI à double conversion en redondance séquentielle.	15
Figure 10: Symbole d'un onduleur	17
Figure 11: Schema synoptique des alimentations de la station terrestre.....	29
Figure 12: Image des deux groupes utilisés pour le système de secours	36
Figure 13 Câblage des batteries.....	36
Figure 14: Schéma de câblage du Redresseur modulaire AC/DC de 64kW	39
Figure 15 : Schéma de câblage de l'Onduleur modulaire de 18kVA.....	40
Figure 16: Stabilisateur de tension	44
Figure 17: Tableau Général Basse Tension.....	40
Figure 18: Atelier d'énergie et Equipements du système RBO	40
Figure 19: Cuve à gasoil de 5000 Litre	40
Figure 20: ATS trois sources	40

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1: Domaine d'application.....	16
Tableau 2: Caractéristiques Batterie alimentation DC.....	35
Tableau 3: Caractéristiques Batterie 4	35

SIGLES ET ACRONYMES

ASI	: Alimentation Sans interruption
AC/DC	: AC/DC: Alternative Current to Direct Current
ASSC	: Alimentation Statique Sans Coupure
AVR	: Automatic Voltage Regulator
DC/AC	: Direct Current to Alternative Current
GTZ	: Groupe Temps Zéro
PID	: Proportionnel/Intégral/Dérivé
T	: Temp
UPS	: Uninterruptible Power Supply
AE	: Atelier d'Energie
RBO	: Redresseur Batterie Onduleur
TGBT	: Tableau Général Basse Tension
LVD	: Low Voltage Disconnect
D	: Disjoncteur ou Interrupteur
C	: Charge
ATS	: Automatic Tranfert Source
AVR	: Automatic Voltage Regulator
GE	: Groupe Electrogène

RESUME

Ce mémoire porte sur l'étude technique d'une alimentation électrique secourue destinée à la station d'atterrissage de fibre optique de Moov Africa Bénin située à Fidjrossè. Cette infrastructure constitue un maillon stratégique du réseau national de télécommunications et nécessite une alimentation électrique hautement fiable afin d'assurer la continuité des services de communication et d'accès à Internet.

L'étude consiste à analyser les besoins énergétiques du site, à dimensionner les équipements de secours et à proposer une architecture d'alimentation garantissant une disponibilité maximale de l'énergie. La solution retenue comprend un poste de transformation, deux groupes électrogènes fonctionnant en redondance ainsi qu'un système d'Alimentation Sans Interruption (ASI) assurant la continuité de service lors des coupures ou des transitions entre les différentes sources d'énergie.

Les résultats montrent que l'architecture proposée permet d'assurer une alimentation électrique fiable et continue de la station, tout en renforçant la sécurité d'exploitation des équipements critiques. Toutefois, cette performance demeure conditionnée par une maintenance préventive rigoureuse et une gestion efficace des équipements de secours.

Mots-clés: alimentation électrique secourue, alimentation sans interruption (ASI), groupe électrogène, station d'atterrissage de fibre optique, dimensionnement, fiabilité, continuité de service.

ABSTRACT

This work focuses on the technical study of an uninterruptible power supply for a sensitive fiber optic landing center in Fidjrossè. Indeed, Moov Benin in order to improve the quality of Communication services to its ever growing clientele invested in high technology equipment in order to become the leader of the Beninese telecom market. The fiber optic landing center of Moov Benin in Fidjrossè thus contributes to the improvement of communication quality and internet in Benin. Given the sensitivity of this site, the supply of electrical energy cannot be interrupted. A study and a dimensioning of a backup source has been made. This backup power supply includes two generators, an Uninterruptible Power Supply (UPS) system. The proposed backup power supply guarantees an almost full reliability of the site's power supply if the maintenance of the different equipment's is followed.

Keywords: Uninterruptible Power Supply, Generator, reliability

INTRODUCTION GENERALE

L'énergie électrique apparaît aujourd'hui indispensable dans plusieurs secteurs d'activités. Elle constitue l'essence de la croissance économique d'un pays tant elle sous-tend les activités industrielles que humaines. En effet, le développement des nouvelles technologies de communication, des industries de pointes et des technologies révolutionnaires dans le domaine de la santé n'ont été possible qu'avec la découverte de cette forme d'énergie.

Dans le domaine de l'électronique principalement de la télécommunication, l'énergie électrique est vitale dans tous le processus de transmission des données. La cessation de la fourniture de l'énergie électrique dans les centres de transmission et/ou de réception entraîne l'arrêt des activités dudit centre. Dans ce contexte les opérateurs des réseaux mobiles ou les entités dont une coupure de l'alimentation électrique est préjudiciable à leurs activités installent des systèmes d'alimentation sans interruption afin d'éviter les désagréments liés aux coupures d'énergie électrique ou délestage.

Ce rapport de fin de formation aborde le thème intitulé << Etude technique d'une alimentation électrique secourue au profit d'une station d'atterrissage de fibre optique de Moov Africa Bénin à Fidjrossè ».

L'objectif de cette étude est de présenter l'ensemble du système d'alimentation sans interruption dimensionnée et installée dans le centre d'atterrissage de la fibre optique de Moov Africa Bénin à travers la présentation des systèmes secourus existant et différentes technologies présentes sur le marché.

Après avoir présenté brièvement la société Moov Africa Bénin ainsi que les travaux effectués au cours de notre stage, nous présenterons les différents systèmes d'alimentation sans interruption. Enfin, nous ferons le dimensionnement du système ainsi que le choix des équipements installés afin d'assurer la continuité de l'alimentation électrique du centre d'atterrissage de la fibre optique.

CHAPITRE 1 : PRESENTATION DU LIEU DE STAGE ET DES TRAVAUX EFFECTUÉS

Ce chapitre présente l'opérateur de téléphonie Moov Africa Bénin à travers son organisation, sa mission, la structure organisationnelle et les travaux effectués.

1.1. Présentation Moov Africa Bénin

Le Groupe ETISALAT est détenteur de la licence d'opérateur mobile au Bénin et actionnaire majoritaire de Maroc Télécom. Il a donc confié à Maroc Telecom, premier opérateur télécom et étatique du Royaume du Maroc avec adoption du nom commercial MOOV AFRICA associé au nom du pays résidentiel de la filiale. Le siège de MOOV AFRICA BENIN est sis à l'avenue Jean Paul II dans la zone résidentielle à Cotonou. Leader sur le marché de la téléphonie mobile au Bénin, ses produits et services sont ainsi commercialisés sous la marque Moov Africa Bénin (Un monde nouveau vous appelle).

1.2. Organisation de Moov Africa Bénin

Moov Africa Bénin SA compte huit (08) Directions réparties en quatre domaines d'activités :

- Le pilote de la stratégie de l'entreprise :
 - La Direction Générale
- La gestion Clientèle et marketing :
 - La Direction Marketing et communication
 - La Direction Commercial et Clientèle
- Étude, développement et l'exploitation du réseau :
 - La Direction Technique
- Les Domaines Support:
 - La Direction de l'Administration et des Ressources Humaines
 - La Direction Juridique et de Régulation
 - La Direction des Systèmes d'Information
 - La Direction Financière

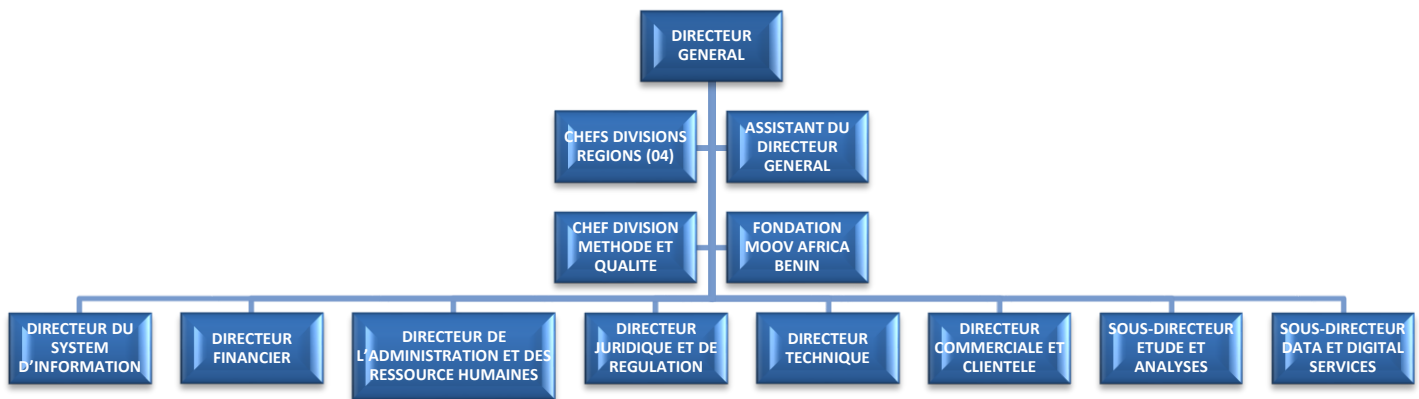


Figure 1 : Organigramme de Moov Africa Bénin

1.3. Vision et Mission de Moov Africa Bénin

La vision de Moov Africa Bénin est de devenir le leader sur le marché des télécoms au Bénin.

Pour atteindre ces objectifs, Moov Africa Bénin s'emploie à améliorer le quotidien des abonnés avec un réseau performant, par l'innovation et une expérience client irréprochable et profitable. Les valeurs prônées par Moov Africa Bénin sont : l'intégrité, la proximité, l'innovation, la générosité et la réactivité.

1.4. Système de management de la qualité

Le secteur des télécommunications est fortement concurrentiel et en pleine croissance. Cette compétitivité sans cesse accrue devient inévitablement très imposant.

MOOV AFRICA BENIN s'est donné une vision de bâtir une entreprise leader offrant la meilleur expérience client sur son marché. Elle a pour ambition d'assurer la pérennité de ses activités en offrant à ces clients, à travers les technologies les plus avancées et un niveau de qualité supérieur à la moyenne pour la satisfaction de leurs besoins.

Pour réussir ce challenge, nous avons construit un système de management de la qualité qui a permis de certifier MOOV AFRICA BENIN à la norme ISO 9001 le 02 Avril 2012. Ce faisant, MOOV AFRICA BENIN a choisi de donner la priorité au client et à la recherche constante de sa satisfaction tout en tenant compte des attentes de nos parties intéressées pertinentes.

Les axes majeurs de notre politique qualité au regard des enjeux ci-dessus s'articulent autour de quatre points clés suivants :

- Améliorer continuellement la Qualité de service (Réseau et Expérience Client) ;
- Faire de l'innovation un levier pour rester avant gardiste et s'adapter aux changements ;
- Développer un environnement de travail épanouissant pour le personnel
- Assurer la rentabilité de l'activité.

1.5. Fondation Moov Africa Bénin

MOOV AFRICA BENIN est aussi une entreprise citoyenne à travers sa fondation MOOV AFRICA BENIN.

Elle est à but non lucratif, laïque et apolitique. Ses missions se traduisent donc par des financements de projets ayant remplis les conditions d'éligibilité au financement.

Sa vision :

Sa vision est d'investir dans le social, pour contribuer à soulager, les souffrances des populations béninoises démunies.

Sa mission est:

- Participer activement au développement économique et social du Bénin
- Susciter l'adhésion de tout le personnel de Moov Africa Bénin aux programmes d'investissement dans les actions sociales.
- Développer la capacité des communautés nationales à se prendre en charge, grâce au financement de projets qui concourent à leur bien-être fondamentalement dans le secteur éducatif

Les membres du conseil de la Fondation Moov Africa

Le président : Directeur Général d'Etisalat Bénin

Le Vice-Président : Directeur marketing et communication

Les membres:

- Le directeur Financier
- Le Directeur juridique et de la regulation
- Le secrétaire Exécutif

Critères d'Éligibilité de la Fondation Moov Africa :

Sont éligibles aux critères de financement de la Fondation Moov Africa les projets qui :

- sont conformes à la vision De la Fondation Moov Africa
- qui peuvent être mise en œuvre dans un délai bien défini de 6 mois
- sont susceptible d'avoir un impact positif et perceptible par la communauté ciblée

1.5. Travaux effectués

1. 5.1 Entretien de batteries

L'entretien des batteries consiste à réaliser un ensemble d'opérations destinées à assurer leur bon fonctionnement, à prolonger leur durée de vie et à garantir la fiabilité du système d'alimentation électrique. Il comprend notamment:

- Contrôler l'état des cosses, bornes des batteries,
- Resserrer les connections des batteries,
- Nettoyer les cosses et bornes des batteries s'il y a eu lieu.



Figure 2: Entretien des batteries

1.5.2. Entretien des groupes électrogènes

- Entretien des ailettes du radiateur côté hélice d'aération,
- Entretien de la grille de prise d'air pour les groupes électrogènes
- Vérifier l'état des courroies,
- Démarrer le groupe électrogène
- Relever les paramètres du groupe : tension, pression d'huile, température d'huile, vitesse et de fréquence...

Les différents travaux effectués sont les suivants :

- Relever le compteur,
- Veiller au ravitaillement du réservoir du groupe en gasoil
- Vidanger l'huile du moteur.
- Démonter les filtres à gasoil usés par le démonte-filtre à chaque 250 heure de fonctionnement,

- Monter les nouveaux filtres à gasoil après les avoir remplis de gasoil sans oublier les joints d'étanchéités,
- Démonter les filtres principaux à huile,
- Démonter les filtres à huile de dérivation,
- Monter les nouveaux filtres après les avoir remplis d'huile à moteur appropriée,
- Vérifier l'eau du radiateur,
- Poser le bouchon de vase d'expansion.



Figure 3: Entretien du groupe électrogène

1.5.3. Entretien des paratonnerres

Pour l'entretien des paratonnerres on vérifie les paramètres suivants :

- Vérification de la pointe du paratonnerre et la continuité de sa descente
- Vérification de la résistance de la prise de terre
- Vérification de la continuité entre le patte d'oie et les différents points équipotentiel du bâtiment.

1.5.4. Maintenance des installations électriques

Elle consiste à vérifier tous les appareils électriques du TGBT aux équipements terminaux.

Travaux au niveau du TGBT et TD :

- Vérification de la bonne marche des disjoncteurs différentiels et des interrupteurs différentiels.
- Vérification de la borne marche du système parafoudre
- Vérification de équipotentialité entre les terres connectées aux répartiteurs à l'intérieur du TGBT

Travaux au niveau des équipements :

Vérifier si toutes les masses sont connectées à la terre

1.6. Cahier des charges de l'alimentation électrique secourue

1.6.1 Contexte

La station d'atterrissage de la fibre optique de Moov Africa Bénin constitue une infrastructure stratégique des télécommunications nationales. Une interruption de son alimentation électrique peut provoquer une indisponibilité des services de communication, des pertes de données et une dégradation de la qualité de service. Il est donc indispensable de mettre en place une alimentation électrique secourue capable d'assurer la continuité de service quelles que soient les perturbations du réseau public.

1.6.2 Objectif général

Concevoir une alimentation électrique secourue garantissant une alimentation continue, fiable et sécurisée des équipements critiques de la station d'atterrissage de la fibre optique.

2.6.3 Objectifs spécifiques

Le système devra:

- assurer une continuité de service en cas de coupure du réseau SBEE;
- alimenter sans interruption les équipements de télécommunication;
- maintenir les charges critiques pendant le démarrage des groupes électrogènes;
- protéger les équipements contre les surtensions, sous-tensions et variations de fréquence;
- permettre une maintenance sans interruption de service grâce à la redondance;

assurer une évolution future de la puissance installée.

2.6.4 Exigences fonctionnelles

Le système devra:

- détecter automatiquement la perte du réseau;
- commuter automatiquement vers les batteries puis vers le groupe électrogène;
- assurer la recharge automatique des batteries;
- alimenter les charges critiques sans temps de coupure perceptible;
- permettre la surveillance des principaux paramètres électriques (tension, courant, fréquence, puissance, état des batteries);
- assurer une reprise automatique du réseau dès son retour.

1.6.5 Exigences techniques

Le système devra comprendre:

- un transformateur HTA/BT de 400 kVA;
- deux groupes électrogènes de 250 kVA fonctionnant en redondance;
- un système d'ASI modulaire à double conversion;
- deux ateliers d'énergie DC de 48 V;
- des batteries assurant 8 heures d'autonomie;
- des redresseurs modulaires de 3,5 kW;
- des onduleurs modulaires adaptés aux charges AC;

un TGBT de 400 A.

1.6.7. Contraintes

Le système devra respecter les contraintes suivantes:

- disponibilité élevée (24 h/24 et 7 j/7) ;
- fiabilité importante;
- facilité de maintenance;
- sécurité électrique des personnes et des équipements;
- conformité aux normes électriques applicables;
- possibilité d'extension future;
- faible temps de basculement

CHAPITRE 2: GENERALITES SUR LES SYSTEMES D'ENERGIE SECOURUE

Ce chapitre présente les généralités sur les groupes électrogènes et les onduleurs

2.1. Généralités sur les alimentations de secours

Une alimentation de secours est une alimentation électrique servant uniquement en cas d'arrêt temporaire de l'alimentation électrique principale habituelle d'un local, d'une zone, d'un bâtiment ou d'un site (hospitalier, industriel, etc....).

On peut trouver ce type d'installation dans les entreprises ou industries dont les processus de production ou de fonctionnement ne supportent pas d'interruptions prolongées. Néanmoins dans les cas critiques où toute interruption peut avoir des conséquences graves (hôpitaux, navires, aéronefs, etc....), une alimentation sans interruption sera indispensable.

Les types d'alimentation normale/secours peuvent se classer par le temps de coupure de l'alimentation électrique :

- Avec temps mort

(0,5 s à quelques minutes) lorsqu'il est acceptable que l'électricité soit coupée pendant quelques instants tel que les entreprises ou les navires. Ce temps mort permet le démarrage d'un groupe électrogène de secours ;

- Pseudo synchrone:

Lorsque le temps de la coupure doit être très faible (coupure inférieure à 150 ms). Un onduleur assure l'alimentation des circuits prioritaires, les autres devant attendre le démarrage d'un groupe électrogène (de quelques secondes à quelques minutes selon la puissance);

- Synchrone ou Temps zéro :

Lorsqu'il n'est pas acceptable que l'électricité soit interrompue, c'est la solution employée dans les hôpitaux, les aéroports, les centres informatiques, et bien d'autres domaines où la rupture d'alimentation est prohibée. Dans ce cas une alimentation sans interruption est indispensable.

Lorsque les groupes électrogènes et onduleurs sont intégrés au sein d'un même ensemble, on parle alors de GTZ (Groupe Temps Zéro) ou de groupe no- break.

2.2. Alimentation sans interruption (ASI)

D'autres dénominations sont possibles pour l'ASI: ASSC (Alimentation Statique Sans Coupure) ou UPS en anglais (Uninterruptible Power Supply). Le terme << onduleur >> est parfois employé de manière abusive pour désigner l'ensemble du système d'alimentation de secours.

2.2.1 DESCRIPTION DES ASI

Les Alimentations Sans Interruption sont des interfaces entre le réseau électrique et les charges critiques ne tolérant pas de variations du signal électrique. Un système d'ASI est au moins composé:

- d'un convertisseur de courant alternatif en courant continu (redresseur) connecté au réseau électrique. Il permet de charger les batteries alimentant l'onduleur;
- d'un dispositif de stockage d'énergie (batteries d'accumulateurs, volant d'inertie, super-condensateurs...le dispositif le plus communément rencontré étant la batterie d'accumulateurs);
- d'un onduleur ou convertisseur de courant continu en courant alternatif (DC/AC) destiné à la charge. Ce convertisseur statique est également appelé mutateur. En cas de défaillance du réseau d'alimentation électrique, l'ASI prend directement le relais pour assurer l'alimentation des charges critiques prioritaires jusqu'à :
 - la fin de la durée d'autonomie du dispositif de stockage d'énergie;
 - ou la reprise de l'alimentation par le réseau (fonctionnement normal);
 - ou la prise en charge de l'alimentation par un ou plusieurs groupes électrogènes. Ainsi un groupe électrogène peut être relié à une alimentation sans interruption pour subvenir aux besoins électriques en cas d'arrêt prolongé de l'alimentation électrique.

La communication entre les ASI et la charge est primordiale pour assurer une transition d'alimentation efficace et pour gérer la puissance d'alimentation délivrée à la charge de manière optimale (gestion de la priorité des charges, gestion de la performance des ASI). Des systèmes de supervision (applications logicielles) permettent la gestion des paramètres de contrôle (états, mesures, alarmes) d'une ASI. Il est aussi possible de raccorder le système au réseau téléphonique commuté (RTC) via un modem pour une gestion à distance.

2.2.2. Batterie d'accumulateur

Les onduleurs sont alimentés par une source continue d'électricité en cas de défaillance du réseau d'alimentation : les batteries d'accumulateurs. Ces équipements sont essentiels pour assurer la continuité d'alimentation.

Les batteries utilisées pour des ASI sont souvent de type plomb étanche régulée par une soupape de sécurité. Elles ont pour avantage de:

- ne demander aucun entretien (recombinaison interne de gaz);
- ne demander aucun travaux d'aération (faible ventilation nécessaire calculée suivant la norme EN 50272-2);
- pouvoir atteindre des courants élevés;
- fonctionner en intermittence (pas d'effet mémoire des batteries), une espérance de vie est spécifiée par le constructeur: 5 à 6 ans pour un maintien maximum des performances.

Toutefois, le temps de stockage de la batterie est limité. En effet, dans le cas d'un taux d'autodécharge de 10% par mois (batterie plomb-acide), il convient de ne pas dépasser un délai de 6 mois de stockage hors-tension afin d'éviter une perte de capacité irréversible.

2.2.3. Mode de fonctionnement de l'ASI

Les systèmes d'ASI sont catégorisés suivant leur état en fonctionnement normal : en attente passive, en interaction avec le réseau ou à double-conversion. Ces modes sont décrits dans les paragraphes suivants. Le mode sera choisi en fonction des exigences de la charge à secourir.

2.2.3.1. ASI en attente passive

Dans ce mode de fonctionnement, la charge est alimentée en situation normale par le réseau par la voie principale tandis que l'ASI est isolé par l'interrupteur de sortie.

Lors d'une défaillance du réseau d'alimentation, l'onduleur (convertisseur DC/AC) convertit l'alimentation continue provenant des batteries, préalablement chargées par le chargeur (redresseur) connecté au réseau, en courant alternatif et assure ainsi l'alimentation de la charge.

L'interrupteur de sortie permet le basculement sur la deuxième voie (temps de basculement de l'ordre de 10 ms).

Un régulateur de tension peut être installé sur la voie principale pour obtenir une meilleure efficacité (meilleure précision en tension en sortie de l'interface) et permettra une plus grande

variation de tension en alimentation. Ce système, appelé aussi AVR (Automatic Voltage Regulator), agit comme un circuit de filtrage et de stabilisation.

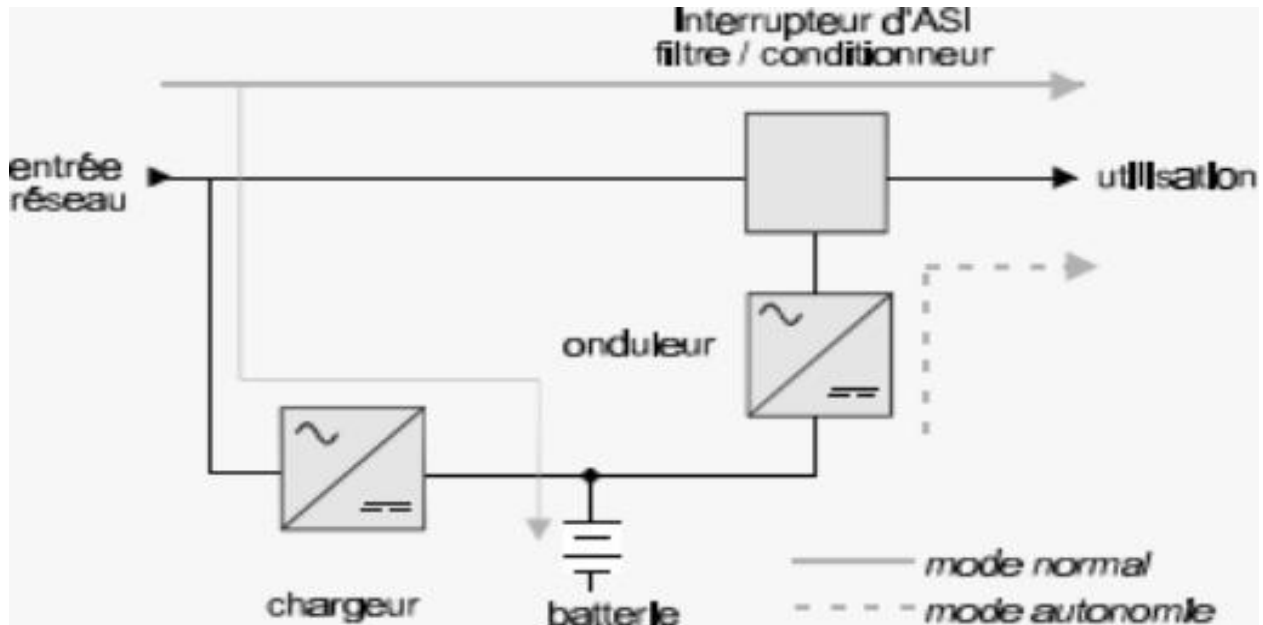


Figure 4 : ASI en attente passive

Cette solution technologique conviendra pour une charge tolérant le risque de perturbation en fréquence de l'alimentation électrique (aucune régulation de fréquence intégrée), un temps de basculement de l'interrupteur de 10 ms et à de faibles puissances (inférieures à 2 kVA).

2.2.3.2. ASI en interaction avec le réseau

Dans ce mode de fonctionnement, l'interrupteur permettant de basculer entre les deux sources d'alimentation est supprimé.

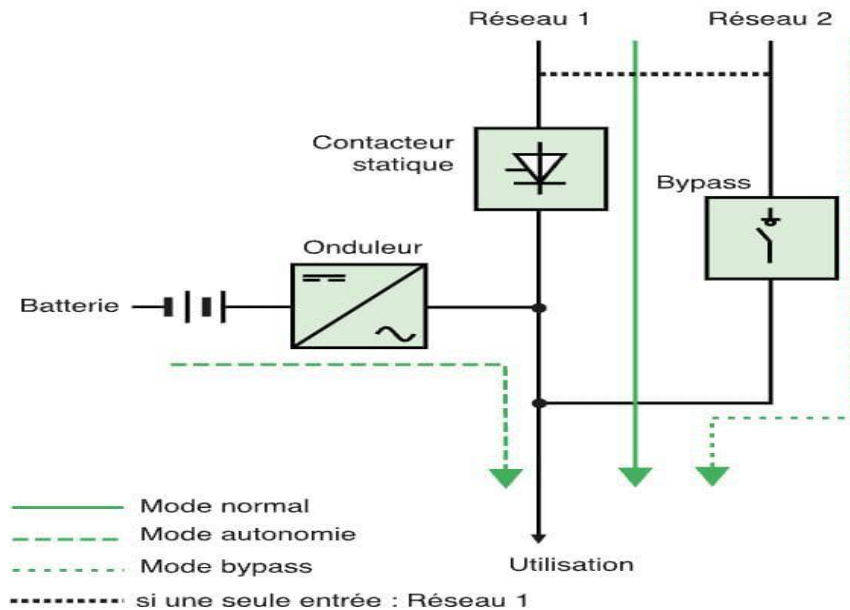


Figure 5 : ASI en interaction avec le réseau

Le convertisseur DC/AC en parallèle de l'alimentation réseau alimente la charge en cas de défaillance du réseau électrique. Il est connecté en continu au réseau ; il assure alors la recharge et le maintien de la charge des batteries. Il doit être réversible en puissance.

Le contacteur statique permet l'isolement du réseau électrique en cas de défaillance de celui-ci.

Dans ces systèmes une impédance peut être mise en série sur le réseau pour assurer la régulation de la tension d'utilisation.

Comme pour les ASI en attente passive, aucune régulation de fréquence n'est effectuée. Ce système convient davantage pour des moyennes et fortes puissances.

2.2.3.3. ASI à double conversion

Ce système en série est actif en permanence : le courant alternatif du réseau est transformé en courant continu par le redresseur pour assurer en continu la charge des batteries alimentant l'onduleur qui lui-même transforme cette source de courant continu en courant alternatif pour alimenter la charge.

Ces dispositifs ont pour avantage de maîtriser les performances en tension et fréquence d'alimentation de la charge. Le profil du signal électrique de sortie est entièrement indépendant

du signal d'entrée. De plus, aucun délai de permutation n'est nécessaire contrairement aux deux systèmes précédents.

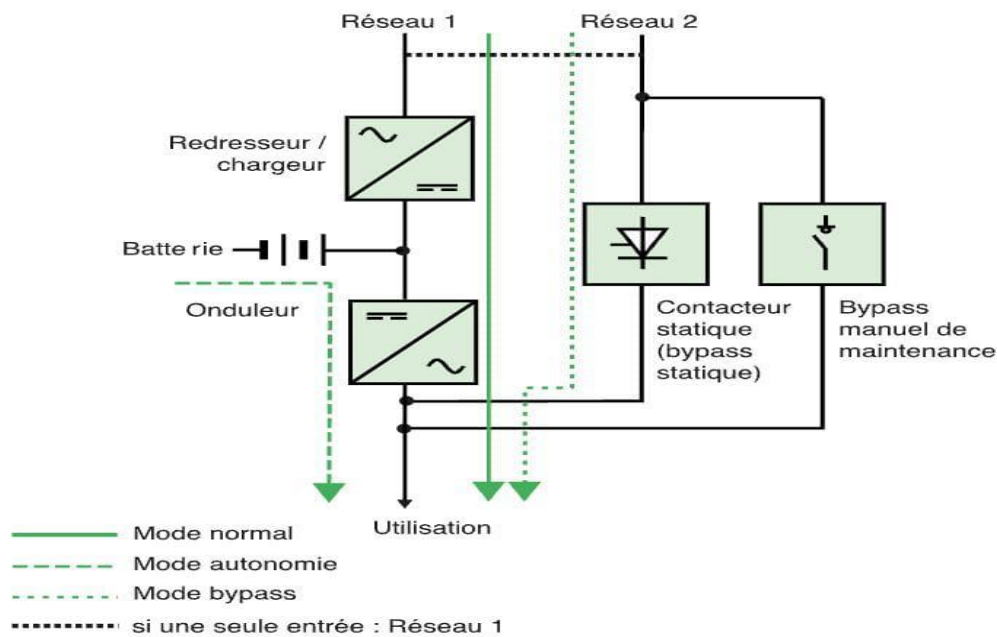


Figure 6 : Principe d'ASI à double conversion

Pour assurer une meilleure gestion du maintien de la charge de la batterie, des systèmes avec chargeur indépendant existent. Dans ce cas, la batterie est connectée en cas de disparition du réseau.

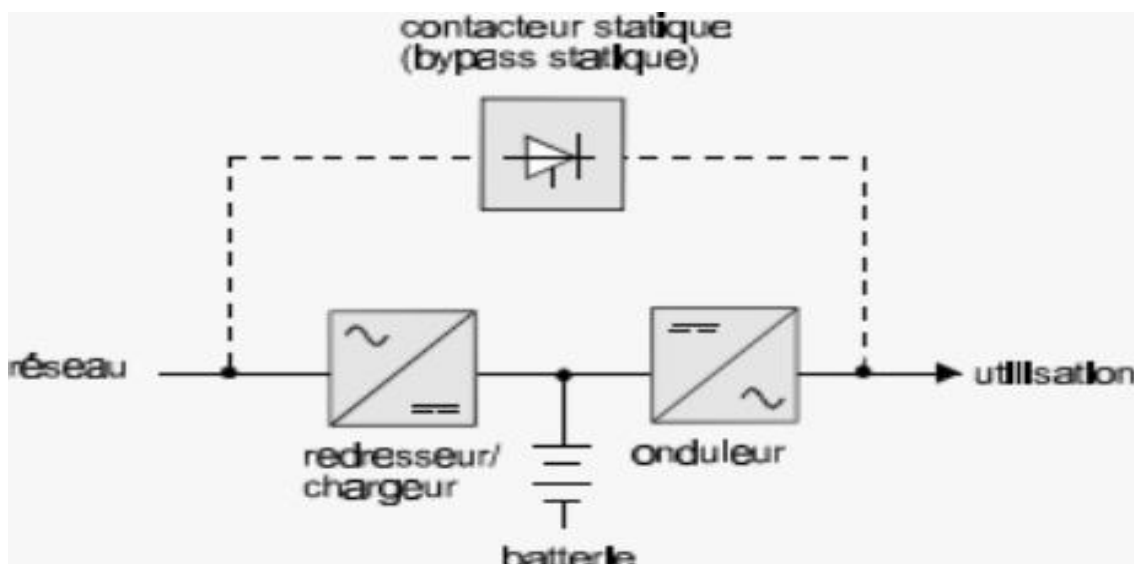


Figure 7: ASI Double conversion avec chargeur indépendant

Pour se prémunir des défaillances du système double-conversion, un by-pass du système double-conversion peut être mis en œuvre avec basculement sur le réseau principal en cas de défaillance de l'ASI.

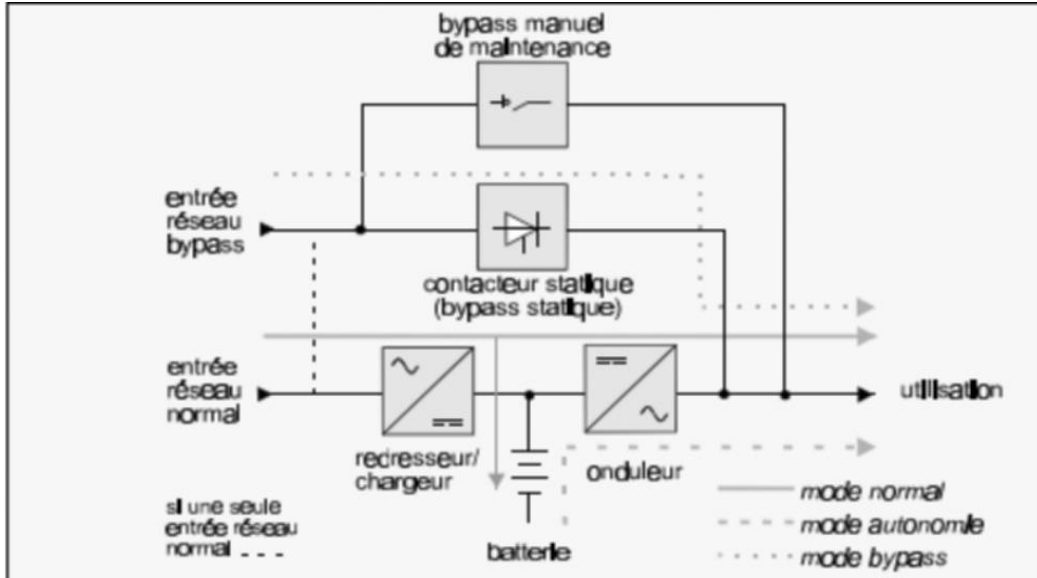


Figure 8: ASI à double conversion avec une voie de secours parallèle

Cependant, pour emprunter cette voie de secours, la charge devra accepter les variations transitoires de tension lors du basculement entre les deux voies et elle doit être compatible avec les variations de tension et de fréquence provenant de l'alimentation générale.

Il existe de nombreuses variantes de systèmes ASI double conversion.

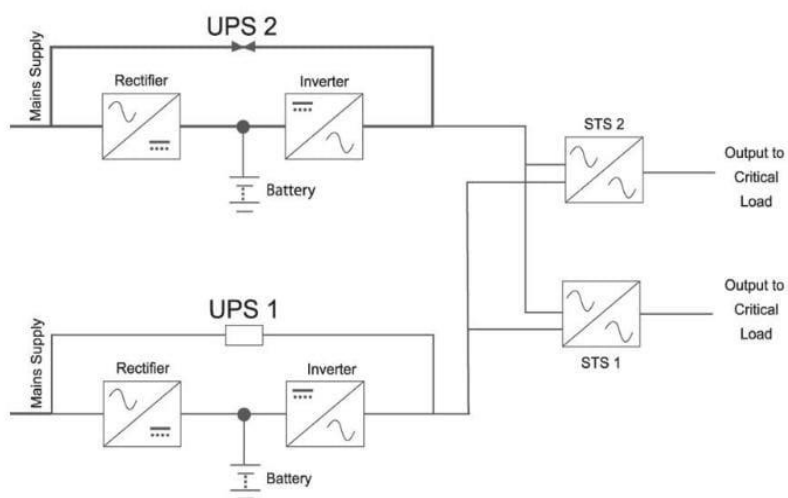


Figure 9: ASI à double conversion en redondance séquentielle.

Un système d'ASI à double conversion présente de nombreux avantages et convient aux applications sensibles pour des moyennes et fortes puissances (plus de 10 kVA).

2.2.4. Applications possibles

Le modèle d'ASI est choisi selon les exigences de l'utilisateur et la tolérance des équipements aux défaillances du réseau électrique.

Le Tableau 1 suivant présente les domaines d'application envisageables suivant ces critères.

Tableau 1: Domaine d'application

En attente passive	En interaction	Double conversion
Ordinateur domestique Poste de travail Internet Standards téléphoniques Caisses enregistreuses Terminaux POS fax Petit réseau d'éclairage de secours Automatisme industriel domotique	Réseau d'ordinateurs D'entreprise Systèmes de sécurité Systèmes d'urgence Systèmes d'éclairage Automatisme industriel et domotique	Réseau informatique d'entreprise Télécommunications Électro-médical Automate industriel Systèmes de secours Protection des lignes dédiées Applications critiques dans les secteurs publics et industriels En aval de groupes électrogènes Toute autre application sensible aux interruptions d'alimentation

2.2.5. Système de gestion des batteries

La fiabilité et la disponibilité des batteries reposent sur un état de fonctionnement optimal, un niveau de charge maximal permanent et leur connexion à l'onduleur et au dispositif de charge (chargeur ou redresseur).

Il existe aujourd'hui des systèmes de gestion intelligente des batteries mettant en places des algorithmes pour optimiser leur utilisation par un contrôle dynamique du courant en tension. La durée de vie est ainsi améliorée.

Des dispositifs de contrôle permettent de vérifier la disponibilité des batteries et d'alerter en cas de défaillance.

Il est souvent mis en place des fonctions automatiques de test et de monitoring sur:

- la liaison batteries-onduleur (connexion, fonctionnement);
- les batteries (niveau de charge, défaillances). Des contrôles et des entretiens périodiques sur les batteries restent néanmoins nécessaires

2.2.6. Les onduleurs

Un onduleur est un convertisseur statique continu alternatif. L'onduleur est dit autonome quand il impose sa propre fréquence à la charge (ce qui est différent de l'onduleur assisté où la fréquence est imposée par la fréquence du réseau).

Les onduleurs autonomes sont utilisés :

- pour alimenter des moteurs synchrones ou asynchrones pour faire varier la vitesse;
- comme alimentations de secours;
- comme alimentation de dispositifs de chauffage par induction (les fréquences des courants fournis par ces onduleurs sont comprises entre quelques dizaines de hertz à quelques centaines de hertz).

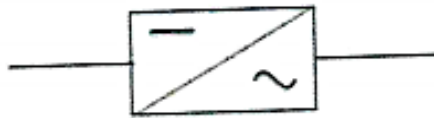


Figure 10: Symbole d'un onduleur

❖ Choix des onduleurs

Le choix de l'onduleur le mieux adapté va avoir comme premier critère la consommation du matériel qu'il va devoir suppléer en cas de panne. Pour se faire, il est essentiel d'avoir quelques notions sur la puissance de consommation et son calcul.

La puissance d'un onduleur est exprimée en VA, ou en Volts Ampères (et quelques fois en Watts). Avant de choisir un onduleur, il faut faire la somme de la consommation de tous les appareils qui seront connectés dessus.

Le problème c'est qu'en général, la consommation est exprimée en Watts Pour convertir rapidement des Watts en VA. Le nombre de VA représente la puissance apparente qui est le quotient de la puissance active par le facteur de puissance. Elle s'exprime par la formule suivante:

$$S = \frac{P}{\cos \varphi}$$

S: la puissance réactive

P: la puissance active

$\cos \varphi$: le facteur de puissance

Il est essentiel de calculer la consommation totale des appareils qui seront alimenté par l'onduleur et sa puissance en apparente correspondante.

Le critère essentiel pour le meilleur choix d'un onduleur reste sans nul doute le type d'application pour lequel il sera utilisé. De ce fait, il est possible de classer les onduleurs en trois catégories :

- Les onduleurs OFF-LINE: La technologie basique et le temps de commutation trop long réduisent le champ d'utilisation de ce type d'onduleur. Ainsi ils seront recommandés pour les activités bureautiques basiques. Ce modèle est le moins encombrant, le moins bruyant et surtout le moins cher. Réserver ce type d'onduleur sur du matériel non critique (PC pour jouer, surfer sur internet, etc....) C'est un choix raisonnable si le réseau électrique est fiable.
- Les onduleurs IN-LINE: Son pilotage par microprocesseur, son temps de commutation court et sa grande polyvalence rendent ce type d'onduleurs compatible avec les activités suivantes: Environnements électriques urbains, applications bureautiques, jeux et activités multimédias, périphériques (fax, imprimantes, scanner, modem...). La batterie n'est pas sollicitée si la tension est irrégulière, ce qui bien évidemment permet d'allonger la durée de vie de la batterie.
- Les onduleurs ON-LINE: Son système de reconstitution permanent du courant combiné à un temps de commutation nul pour un signal pur et régulé rend ce type d'onduleur compatible avec les applications suivantes: Tout environnement électrique même très

perturbé, tous systèmes électroniques sensibles, gros serveurs informatiques, serveurs et applications de gestion, applications industrielles.

2.2.7. Critères d'évaluation de la performance

2.2.7.1. Indépendance

L'alimentation électrique de secours doit être indépendante de l'événement pouvant conduire à la sollicitation ; autrement dit ses performances ne doivent pas être dégradées par l'occurrence de l'événement initiateur.

Dans les cas où les événements initiateurs sont extérieurs au système (inondation, incendies), cette indépendance est assurée par un positionnement adapté.

Lorsque l'alimentation est utilisée pour secourir plusieurs barrières d'un même Scénario, leur niveau de confiance est limité par la défaillance de l'alimentation commune.

2.2.7.2. Efficacité

L'efficacité est l'aptitude du système d'alimentation de secours à remplir sa fonction de sécurité dans son contexte d'utilisation et pendant une durée de fonctionnement définie.

L'évaluation de ce critère de performance se réalise au regard :

- des scénarios de référence utilisés lors de la conception du système d'alimentation;
- du retour d'expérience (documents avec une traçabilité suffisante de l'utilisation sur site, rapports d'essais);
- lors d'essais destinés à vérifier l'efficacité du système dans son contexte d'utilisation.

L'analyse de l'efficacité du système de secours repose sur les principes suivants :

- **Un dimensionnement adapté** : La définition du système de secours (puissance, caractéristiques techniques) répond aux contraintes imposées dans le cahier des charges réalisé sur la base de conditions de fonctionnement définies dans les scénarios de référence. Les paramètres suivants sont à prendre en compte : puissance de la charge, tolérance à la qualité du signal électrique (variations de tension, fréquence et ondes), temps de reprise minimal. La durée de secours est également à considérer et dépend de

facteurs tels que la capacité de fioul, l'autonomie des batteries, le raccordement éventuel des ASI au réseau secouru, etc.

- **La résistance aux contraintes spécifiques** par la prise en compte du risque naturel (foudre, sismique, inondations), des conditions météorologiques, des conditions d'exploitation (température ambiante de fonctionnement). Le système d'alimentation de secours doit être conçu pour fonctionner en situation normale et en situation dégradée.
- **Le positionnement** l'emplacement de ces systèmes doit être défini stratégiquement de manière à optimiser son aptitude à remplir sa fonction de sécurité. Selon la taille du site industriel et la puissance à fournir à la charge, l'alimentation de secours peut être centralisée ou non. L'évaluation des causes communes de défaillance est primordiale pour déterminer le positionnement le plus adapté. Enfin, les mesures de protection contre le risque naturel peuvent nécessiter un emplacement particulier, par exemple placer les installations en hauteur pour se protéger du risque inondation.

2.2.7.3. Temps de réponse

Le temps de reprise (ici défini comme le temps de réponse) correspond à l'intervalle de temps entre la perte (partielle ou totale) du réseau et la fourniture effective d'électricité par groupe électrogène ou ASI.

Pour un groupe électrogène, le temps de réponse correspond à l'intervalle de temps entre l'ordre de démarrage du groupe suite à la détection de la défaillance du réseau d'alimentation normal jusqu'à la fermeture du disjoncteur.

Selon la tolérance à la défaillance du réseau électrique de l'application, le système d'alimentation de secours est défini pour fonctionner dans un temps de reprise adapté aux exigences. Si la charge ne tolère aucune défaillance de l'alimentation électrique, une ASI sera nécessaire pour assurer la transition avec un éventuel basculement vers les groupes électrogènes.

Il est rappelé que les essais restent le meilleur moyen de vérifier le temps de réponse et de vérifier la performance du système d'alimentation de secours.

La fermeture du disjoncteur de sortie du système d'alimentation de secours se réalise une fois la synchronisation en fréquence et tension effectuée. Le temps de reprise de ce mode de

commutation est estimé à 150 ms (intervalle au cours duquel le disjoncteur se ferme, sinon la commutation à tension résiduelle doit prendre le relais pour rétablir l'alimentation électrique).

L'application de la charge au groupe électrogène s'effectue dans des conditions de tension et de fréquence adaptées au site industriel. Le temps de reprise de la charge dépend:

- de la méthode et de la procédure de couplage au réseau;
- de l'adéquation de la puissance nominale du groupe avec la charge;
- de l'inertie des masses tournantes (moteur, alternateur, accouplement);
- de la régulation de la vitesse du moteur pour fournir une fréquence constante (régulateur PID (proportionnel/intégral/dérivé), fonctionnement isochrone ou statique);
- du système d'alimentation air-comburant (moteurs diesel): la puissance maximale délivrée dépend du type de système choisi (moteur à aspiration naturelle, moteur suralimenté).

Ainsi, un dimensionnement adapté du groupe électrogène est réalisé en adéquation avec les conditions de retestage de la charge.

2.2.7.4. Niveau de confiance

L'analyse des risques réalisée sur les installations et utilisée lors de la définition des scénarios de référence permet d'établir les exigences de sécurité et le niveau de confiance exigé pour ce maillon de la chaîne de sécurité. Il faudra s'assurer que les alimentations de secours mises en œuvre permettent de répondre à ces exigences. Le retour d'expérience sur les alimentations de secours montre que les alimentations de secours ont une fiabilité relativement limitée et peuvent difficilement prétendre à un niveau de confiance supérieur à 1, en l'absence de redondance:

- Les causes de défaillance des groupes électrogènes sont multiples et concernent l'ensemble des parties constituant le groupe (circuit de démarrage, moteur, circuit de lubrification, défaut de connexion au réseau électrique, etc.);
- Les causes de défaillance des ASI concernent surtout les défauts de batteries (niveau de charge, défaillances), les liaisons batteries-onduleur...

2.2.8. Entretien et maintenance

L'exploitant doit pouvoir assurer la disponibilité et la fiabilité de ses installations. Les opérations de maintenance et de vérification seront réalisées conformément à la réglementation

et aux recommandations effectuées par le fournisseur. Un registre de contrôle permettra de tracer les opérations effectuées.

Une maintenance adaptée demande:

- une bonne connaissance des équipements;
- la prise en compte des recommandations du constructeur;
- la prise en compte du retour d'expérience (défaillances constatées); des mesures adaptées à la configuration du site industriel;
- des mesures adaptées au mode d'exploitation.

2.2.8.1. Entretien d'un système d'alimentation sans interruption (ASI)

Des opérations de maintenance préventive (batteries, ventilateurs, condensateurs chimiques), en accord avec les recommandations des constructeurs, sont nécessaires pour assurer une durée de vie optimale aux différents composants de l'ASI.

Des précautions liées à la technologie des batteries sont à considérer pour assurer leur durée de vie :

- Conditions de température : plage de température (15-25°C) à respecter (grande sensibilité aux températures extrêmes);
- Mode d'utilisation : la durée et l'intensité des charges/décharges ont un impact direct sur la performance des batteries ;
- La qualité du courant : des valeurs de courant extrêmes peuvent endommager les batteries ;
- Toute batterie déchargée doit être rechargée pour éviter un phénomène irréversible de perte de capacité. En cas de stockage, il est nécessaire de recharger les batteries régulièrement (par exemple tous les 6 mois en cas de déchargement de 10% par mois) pour pallier la question de déchargement des batteries. En cas d'arrêt prolongé de l'ASI, il convient d'ouvrir le circuit de la batterie pour éviter toute décharge. Il semble difficile et peu réaliste de fixer des périodes de révision aussi rapprochées que pour les groupes électrogènes. En pratique, il est retenu que la périodicité des tests de vérification comprenant une vérification des batteries et un test d'autonomie doit être au maximum annuelle.

Le contrôle du vieillissement des batteries s'effectue pour chaque élément (blocs en série de 2V, 6V ou 12V).

2.3. Groupes électrogènes

2.3.1. Définition

Un groupe électrogène est un dispositif autonome capable de produire de l'électricité. La plupart des groupes sont constitués d'un moteur thermique qui actionne un alternateur. Leur taille et leur poids peuvent varier de quelques kilogrammes à plusieurs dizaines de tonnes. La puissance d'un groupe électrogène s'exprime en VA (voltampère), kVA (kilo voltampère) ou MVA (méga voltampère) selon la puissance. Les unités les plus puissantes sont mues par des turbines à gaz ou de gros moteurs Diesel. Ils sont installés dans des locaux de service électriques, largement ventilés sur l'extérieur. Le combustible utilisé est généralement liquide, auquel cas une zone de rétention doit exister ainsi qu'un dispositif de coupure rapide de l'alimentation en combustible à l'extérieur du local.

Un groupe électrogène produit de l'électricité » en accouplant un moteur généralement thermique et un alternateur appelé aussi génératrice.

2.3.2. Description d'un groupe électrogène

Un groupe électrogène est un ensemble formé :

❖ Du groupe constitué:

- D'un moteur thermique transformant le combustible en énergie mécanique
- D'un réservoir à carburant de service et de ses tuyaux d'alimentation ;
- D'un système de préchauffage et de démarrage du moteur thermique lui permettant de démarrer dans des conditions de température optimales (batterie ou air comprimé généralement pour des groupes de forte puissance). Le défaut de batterie représente la cause la plus courante de l'échec du démarrage ; pour cette raison, un démarrage par air comprimé est souvent utilisé. Deux systèmes de démarrage de natures différentes peuvent être installés pour assurer la même fonction ; un système prend le relais en cas de non-démarrage du système défini comme prioritaire par l'automate de contrôle.
- De systèmes de refroidissement et de lubrification ;

- D'un système de ventilation de l'enceinte permettant de dissiper la chaleur émise par le moteur et ainsi d'éviter une surconsommation de fuel, la dégradation du moteur et un rendement dégradé du groupe.
- D'un alternateur convertissant l'énergie mécanique produite par le moteur en énergie électrique ;
- ❖ D'un système de contrôle-commande permettant de moduler l'exploitation du réseau de distribution pour assurer une alimentation électrique fiable ;
- ❖ Des interfaces entre le groupe électrogène et le réseau (tableau électrique).

2.3.3. Puissance d'un groupe électrogène

La définition de la puissance du groupe électrogène (classes de puissance) est réalisée à partir des besoins en électricité à assurer (définition de la charge). Le dimensionnement s'effectue en considérant les scénarios d'alimentation possibles (durée, puissance maximale disponible).

La puissance nominale d'un groupe électrogène est définie comme la puissance disponible aux bornes de l'alternateur (déduction faite de la puissance absorbée par les auxiliaires essentiels: démarrage du groupe, alimentation en combustible, refroidissement et lubrification) à la fréquence de définition sous un facteur de puissance de 0,8. La puissance disponible (ou active) délivrée dépend du type de fioul utilisé, des conditions atmosphériques, de la configuration du site, de l'altitude, de l'humidité relative, des caractéristiques de la charge et des variations de charge dans le temps. La norme ISO 8528-1 pour les groupes électrogènes définit la notion de puissance du groupe par trois qualificatifs distincts :

- La puissance continue : puissance que le groupe est capable de fournir en service continu pour un nombre d'heures illimité par an sous respect des conditions de maintenance, d'arrêts normaux et des conditions ambiantes définies
- La puissance principale : puissance maximale disponible, sous charge variable, fournie par le moteur pendant une durée infinie sous respect des conditions de maintenance, d'arrêts normaux et des conditions ambiantes définies.
- La puissance pour utilisation limitée puissance maximale que la machine peut délivrer pendant une durée limitée (inférieure à 500 h/an de manière générale et une marche continue maximale de 300 h). Le fonctionnement dans ces conditions peut affecter la durée de vie du groupe.

Une puissance additionnelle (en général 10% de la puissance assignée) est ajoutée à la capacité du groupe afin de faire face aux besoins de régulation (application brusque de la charge). Il s'agit d'une puissance de sécurité qui ne doit pas être utilisée pour réaliser l'alimentation en régime permanent.

La puissance des groupes électrogènes ne permet pas nécessairement d'alimenter l'ensemble des utilisateurs du réseau. En cas de perte du réseau électrique, le délestage permet d'assurer l'alimentation des charges prioritaires de l'installation qui auront été définies.

2.2.4. Couplage des groupes électrogènes

Lorsque les groupes sont prêts à alimenter les charges prioritaires, ils sont raccordés sur les utilisateurs. Ils fonctionnent alors en mode isolé (isochrone). La fréquence doit alors être contrôlée par le régulateur de vitesse du groupe. Différents modes de régulation existent. La commutation automatique est utilisée pour basculer rapidement vers le système d'alimentation de secours en cas de perte d'alimentation normale. La fermeture du disjoncteur de sortie du système d'alimentation de secours se réalise une fois la synchronisation en fréquence et tension effectuée. La commutation à tension résiduelle est la plus répandue si une perte momentanée de courant est admissible (durée de reprise de l'ordre de 150 ms). La commutation rapide ou groupe sans coupure est utilisée pour les systèmes ne tolérant aucune coupure.

Le couplage d'un groupe électrogène sur le réseau ou avec d'autres groupes électrogènes demande de respecter les principes suivants:

- l'égalité des tensions;
- l'égalité des fréquences;
- la concordance des phases.

2.3.4.1. Dispositif de protection

Plusieurs mesures techniques de protection doivent être prises afin d'assurer l'intégrité des équipements.

L'objet de ces dispositifs est de limiter l'amplitude et la durée des contraintes électriques, thermiques ou mécaniques engendrées par des perturbations de façon à diminuer les conséquences et la gravité des dommages.

Les dispositifs suivants peuvent être utilisés comme mesures de protection (liste non-exhaustive).

- ❖ Protections contre les défaillances externes :
 - protection de surcharge de l'alternateur;
 - protection contre les courts-circuits;
 - protection thermique du bobinage stator;
 - protection contre les déséquilibres du courant;
 - protection contre les retours de puissance active.
- ❖ Protections contre les défauts d'origine interne :
 - protection contre la mise à la masse du stator;
 - protection contre les pertes d'excitation assurée par un relais à retour de puissance réactive;
 - protection maximum de tension;
 - protection du moteur (niveau et température d'huile, niveau et température d'eau, température d'échappement).

2.3.2. Fonctionnement d'un groupe électrogène

Les groupes sont constitués d'un moteur thermique 2T, 4T, essence ou diesel qui entraîne une génératrice. Les plus petits peuvent délivrer une puissance de moins de 1 kW/h (quelques moteurs 2T).

Dès que l'on atteint 4 à 5 kW/h on ne trouve plus que des moteurs diesels.

Le rapport de puissance (MOTEUR/ GENERATRICE devrait être de 2 pour avoir un bon groupe électrogène », c'est à dire un groupe capable de fournir sa puissance électrique annoncée.

On peut dire que pour produire 1 kW/h de courant il faut un moteur thermique de 2

Kw ou 2,7 cv.

Ce principe permet :

- D'avoir une réserve de couple au niveau du moteur thermique.
- D'assurer le démarrage d'un appareil électrique, qui peut être constitué, cas 1, que de résistances (chauffage, ampoules électriques etc), ou cas 2, constitué de bobines, condensateur (moteur, lampes fluorescentes etc).

2.3.3. Entretien d'un groupe électrogène

Pour un groupe électrogène de secours, la fréquence des vérifications peut se définir, en accord avec les recommandations des constructeurs, suivant le nombre d'heures de fonctionnement par année comme suit :

- <100 heures/an : 1 vérification complète annuelle ;
- <500 heures/an : 3 vérifications complètes annuelles.

Il est conseillé de réaliser un essai en charge mensuellement pendant une durée d'environ 1 heure après la stabilisation des paramètres de contrôle. La charge devra être supérieure à 50% de la puissance nominale (80% idéalement pour un décrassage efficace du moteur) afin d'obtenir un aperçu correct du fonctionnement réel du groupe électrogène. Les essais à vide ne sont pas recommandés et ne doivent pas excéder 10 min ni être répétés sans essais mensuels de charge.

L'essai sans charge permet seulement de contrôler le bon démarrage du moteur sans vérifier le fonctionnement intégral du groupe électrogène.

Parmi toutes les vérifications techniques (mécaniques et électriques) recommandées par le constructeur, les points suivants requièrent une attention spécifique :

- les paramètres de contrôle (vérification et réglage):
 - maintien de la température de l'eau de refroidissement à température constante lorsque le groupe est arrêté,
 - Contrôle de la température de l'huile,
 - Vérification du niveau d'huile, d'eau et de combustible, du dispositif de réchauffage du moteur et de l'état de la source utilisée pour le démarrage tous les 15 jours par un agent qualifié.
- le relevé des paramètres par le système de contrôle-commande et notamment la surveillance du système de démarrage;
- les tâches d'entretien courant (lubrification).

les systèmes d'alimentation électrique secourue jouent un rôle essentiel dans la continuité de service des installations sensibles, notamment dans les stations de télécommunications où toute

l'interruption d'énergie peut entraîner des conséquences importantes. Ce chapitre a présenté les principaux éléments constituant un système d'alimentation secourue, notamment les redresseurs, les batteries, les ASI (UPS) et les groupes électrogènes, ainsi que leurs principes de fonctionnement et leurs caractéristiques. Il a également mis en évidence les différentes architectures de secours et les critères de choix de ces équipements. Ces notions constituent la base théorique indispensable pour l'étude et le dimensionnement de notre système d'alimentation électrique secourue.

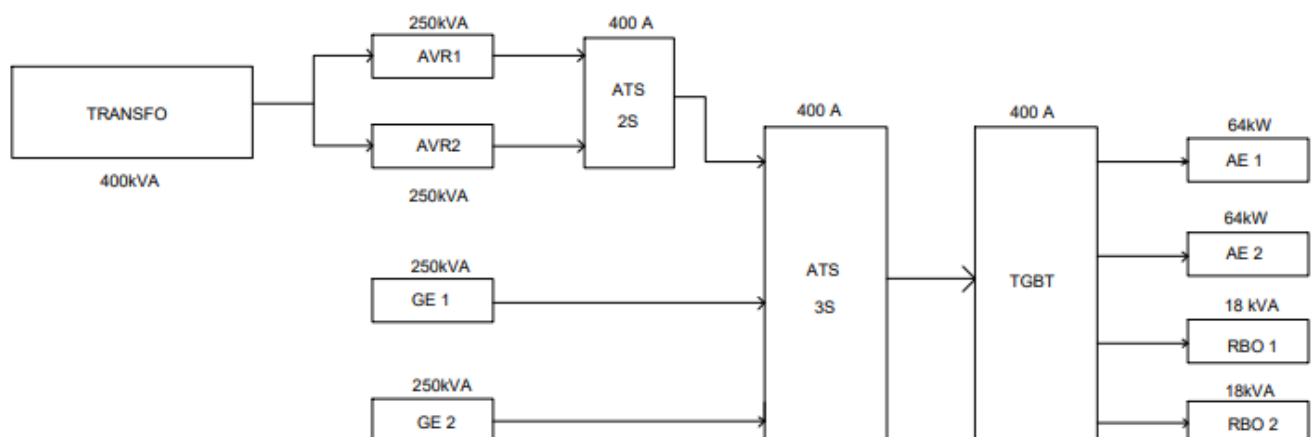
CHAPITRE 3: DIMENSIONNEMENT ET CHOIX DES COMPOSANTS POUR LE SYSTEME D'ALIMENTATION SECOURUE

Ce chapitre aborde le dimensionnement et le choix des différents composants entrant dans l'installation du système d'alimentation secourue du centre d'atterrissage de la fibre optique de Moov à Fidjrossè.

L'ensemble du système est composé d'une :

- ✓ Alimentation primaire : Transformateur de 400KVA avec un abonnement de 250KVA stabilisé par deux régulateurs de tension automatique en fonctionnement redondant à travers une armoire de permutation automatique
- ✓ Sources secondaires : Deux groupes électrogènes de 250KVA en mode redondant à travers une armoire inverseur automatique trois sources
- ✓ Tableau de Distribution Basse Tension de 400A
- ✓ -Système de deux redresseurs de 64KW et 24 Batteries stationnaires de 2V/2600Ah chacun fonctionnant en mode redondant
- ✓ Système RBO (Redresseurs batteries Onduleurs)

SYNOPTIQUE DE L'ALIMENTATION



LÉGENDE

TRANSFO: Transformateur SBEE 400 kVA (Abonnement 250 kVA)

AVR 1: Stabilisation de tension 1

AVR 2: Stabilisation de tension 2

ATS 2S: Armoire de permutuation automatique deux sources

ATS 3S: Armoire investisseuse de trois sources

TGBT: Tableau Général Basse Tension

GE 1: Groupe électrogène 1

GE 2: Groupe électrogène 2

AE 1: Atelier d'énergie 1 (Redresseur 1)

AE 2: Atelier d'énergie 2 (Redresseur 2)

RBO 1: Redresseur – Batterie – Onduleur 1 (Onduleur 1)

RBO 2: Redresseur – Batterie – Onduleur 2 (Onduleur 2)

Figure 11 : Schema synoptique des alimentations de la station terrestre

3.1. Dimensionnement et choix du groupe électrogène

Le groupe électrogène est muni d'un système de démarrage automatique en cas de coupure de l'alimentation AC commerciale. Il doit assurer l'alimentation des redresseurs, des climatiseurs, des luminaires, des prises de courant ainsi que des équipements de vidéosurveillance et de contrôle d'accès.

4.1.1 Bilan de puissance installée

Le bilan de puissance des différents équipements est présenté comme suit.

❖ Puissances active des redresseurs 193,2 kW

L'ensemble des redresseurs dimensionnés et installés est de 60 pour une puissance nominale de 3,5kW. La puissance installée pour l'ensemble des redresseurs alimentant tout le système d'alimentation secourue est :

$$P = U \times I$$

$$P = 14 \times 230$$

$$P = 3220 \text{ W}$$

Pour les 60 redresseurs, la puissance apparente totale est la puissance apparente d'un redresseur multiplier par 60

$$P_t = 60 \times P$$

$$P_t = 60 \times 14 \times 230 = 193200 \text{ W}$$

$$P_t = 193.2 \text{ kW}$$

❖ Puissances active des climatiseurs 70,1 kw

5 Climatiseurs de précision (7,9 kW):

$$5 \times 7.9 = 39.5 \text{ kW}$$

3 Climatiseurs split armoire (3,6 kW):

$$3 \times 3.6 = 10.8 \text{ kW}$$

7 Climatiseurs cassette (2,2 kW):

$$7 \times 2.2 = 15.4 \text{ kW}$$

2 Climatiseurs split mural (2,2 kW):

$$2 \times 2.2 = 4.4 \text{ kW}$$

Puissance totale de climatiseurs installée

$$P_{ct} = \sum P$$

$$P_{ct} = 39.5 + 10.8 + 15.4 + 4.4$$

$$P_{ct} = 70.1 \text{ kW}$$

❖ Puissances active des éclairage et prises 10 kW

❖ Puissances active des vidéo surveillance et contrôle d'accès 5 kw

Le bilan de puissance de l'ensemble des climatiseurs et autres se présentent comme

- Puissance active des redresseur: 193,2 kW
- Puissance active des climatiseurs: 70.1kW
- Puissance active des luminaires et prises: 10kVA
- Puissance active des Surveillance video et controle d'accès : 5KVA

La somme totale des puissances se présente comme suit :

$$P_T = \sum P$$

$$P_T = 193.2 + 70.1 + 10 + 5$$

$$P_T = 278,3\text{kw}$$

Cette puissance représente le cas théorique où tous les équipements fonctionneraient simultanément à leur puissance nominale.

4.1.2 Détermination de la puissance active d'utilisation

En pratique, les équipements ne fonctionnent pas toujours à leur puissance nominale. On applique donc un coefficient d'utilisation (k_u) .

Pour une station de télécommunication, nous avons choisi $k_u=0,8$

Ainsi, la puissance est donné par la formule suivante:

$$P_U = P_{init} \times k_u$$

$$P_U = 278,3 \times 0.8$$

$$P_U = 222.4\text{kw}$$

Cette puissance correspond à la puissance réellement appelée en fonctionnement normal.

4.1.3 Application du coefficient de simultanéité

Même si les équipements sont installés, ils ne fonctionnent pas tous au même moment. On applique alors un coefficient de simultanéité (k_s).

Pour ce type d'installation, la valeur adaptée est $k_s = 0,7$

La puissance demandée devient:

$$P_d = P_U \times k_s$$

$$P_d = 222.4 \times 0.7$$

$$P_d = 155.85 \text{ kw}$$

4.1.4 Calcul de la puissance apparente

Le groupe électrogène étant dimensionné en puissance apparente, il convient de convertir la puissance active obtenu précédemment en puissance apparente.

Elle représente donc le quotient de la puissance active par rapport au facteur de puissance.

En considérant que notre facteur de puissance $\cos \varphi = 0.8$

on obtient:

$$S = \frac{P_d}{\cos \varphi}$$

$$S = \frac{155.85}{0.8}$$

$$S = 194.82 \text{ kVA}$$

4.1.5 Prise en compte d'une marge de sécurité

Afin de tenir compte:

- des appels de courant au démarrage des climatiseurs;
- des évolutions futures de la station;
- des incertitudes de calcul,

une marge de sécurité de 20 % est retenue.

Ainsi,

$$S_{final} = S \times 20\%$$

$$S_{final} = 194.82 \times 1,20$$

$$S_{final} = 233,78 \text{ kVA}$$

La puissance normalisée immédiatement supérieure est: 250 kVA

Le choix est donc porté sur un groupe électrogène de 250 kVA. Si la station est réalisée suivant une architecture redondante 1+1, deux groupes électrogènes de 250 kVA sont installés, chaque groupe étant affecté à une voie d'alimentation afin de garantir la continuité de service en cas de défaillance ou de maintenance de l'autre groupe.



Figure 12 : Image des deux groupes utilisés pour le système de secours

3.2. Dimensionnement du stockage

Les batteries sont dimensionnées afin de couvrir les besoins en énergie de différentes charges en cas de coupure commerciale et en attendant que le groupe électrogène ne commence à produire de l'énergie. Les lots de batteries ont été dimensionnés pour alimenter les armoires selon le type de charge (DC ou AC). Pour alimenter les charges connectées sur l'armoire DC de 64 kW avec un dimensionnement de l'autonomie de huit heures (8h) et une tension DC de 48V, on détermine la capacité nominale de la batterie nécessaire pour assurer la fourniture de l'énergie à la charge. La profondeur de décharge choisie est de 50%. La charge réelle DC est de 14062 W répartie sur les deux ateliers d'énergies DC

$$C_n = \frac{14062 \times 8h}{48V \times 0.5} = 4687.33 \text{ Ah}$$

Compte tenu des capacités normées des fabricants du marché, nous avons choisi une batterie de 3000Ah par Atelier d'énergie DC soit 6000Ah pour les deux ateliers. C'est-à-dire, deux bancs de 24 batteries de 2V et 3000 Ah en série par AE. Soit au total deux bancs de 24 batteries. Le type de batterie installé permet de réduire le coût de son entretien.

Les caractéristiques des batteries se trouvent dans le tableau ci-dessous.

Tableau 2: Caractéristiques Batterie alimentation DC

Caractéristiques Batterie	
Marque :	Enersys, Sonneischen
Type :	AGM
Capacité :	3000 Ah/C10
Tension :	2V
Nombres de batterie :	48
Nombres de banc :	02
Dod :	50%
Autonomie	8 heures

Concernant les charges AC de 4 kW, la même chose a été faite.

$$C_n = \frac{4000 \times 8h}{48V \times 0.5} = 1333.33 \text{ Ah}$$

Finalement, le choix est porté sur les batteries AGM de capacité 1500 Ah.

Le tableau ci-dessous présente les caractéristiques des batteries pour les charges AC de 4 kW

Tableau 3: Caractéristiques Batterie 4

Caractéristiques Batterie 18 kW	
Marque :	Enersys, Sonneischen
Type	AGM
Capacité :	1500 Ah/C10
Tension :	2V
Nombres de batterie :	24
Dod:	50%
Autonomie:	8 heures

3.3. Onduleurs et autres accessoires

❖ Redresseur AC/DC

Des chargeurs sont prévus pour alimenter les trois lots de batteries sous une tension de 48V. Ce sont des redresseurs AC/DC qui permettent de maintenir la charge pleine au niveau des batteries. Pour les ASI, dans la littérature, il est recommandé d'utiliser les systèmes modulaires extensibles afin d'assurer une flexibilité assez élevée du système. C'est ce choix qui a été opéré pour ce dimensionnement. Pour les redresseurs AC/DC, l'option de module de puissance 3.5 kW a été faite.

L'autonomie de notre installation secourue est de 8h de temps. La capacité C10 des batteries est alors utilisée puisqu'elle donne la capacité de la batterie pour une décharge pendant 10h de temps.



Figure 13 Câblage des batteries

- Courant de charge des batteries 3000A en C_{10} :

$$I_{\text{batt}} = \frac{C_{10}}{t}$$

avec:

C_{10} : capacité totale des batteries (Ah);

t: durée de décharge (h).

$$I_{batt} = \frac{2 \times 3000 \text{ Ah}}{10} = 600 \text{ A}$$

- **Courant demandé par les charges DC :**

$$I_{charge} = \frac{P_{DC}}{U_{DC}}$$

où:

P_{DC} est la puissance totale des charges continues (W);

U_{DC} niveau de tension en DC;

Ainsi,

$$I_{charge} = \frac{14062}{48}$$

$$I_{charge} = 293 \text{ A}$$

- **Courant que doit fournir l'ensemble des redresseurs :**

$$I_{tot} = I_{batt} + I_{charge}$$

$$I_{tot} = 600 \text{ A} + 293 \text{ A}$$

$$I_{tot} = 893 \text{ A}$$

Le courant de sortie approximatif d'un module d'onduleur de 3.5kW sous tension

DC de 48V est :

$$I_{redre} = \frac{P_{red}}{U_{DC}}$$

$$I_{redre} = \frac{3500}{48}$$

$$I_{redre} = 72.91 \cong 73 \text{ A}$$

Ainsi le nombre de redresseur peut être déterminé par :

$$N_{redre} = \frac{I_{tot}}{I_{redre}}$$

$$N_{redre} = \frac{893}{73}$$

$$N_{redre} \cong 13$$

Utiliser 13 redresseurs impliquent une utilisation au maximum des capacités de ces convertisseurs. Voulant une utilisation au maximale à 75% alors :

$$N_{redre} 75\% = \frac{N_{redre}}{0,75}$$

$$N_{redre} = \frac{13}{0,75}$$

$$N_{redre} = 17.333 \cong 18$$

Ainsi, sur chaque voie 18 redresseurs ont été installés pour un total de 36 redresseurs AC/DC. Concernant les redresseurs pour les équipements AC, le même processus a été fait.

- **Courant de charge des batteries en C_{10} :**

$$I_{batt} = \frac{C_{10}}{t}$$

$$I_{batt} = \frac{1500 \text{ Ah}}{10 \text{ h}}$$

$$I_{batt} = 150 \text{ A}$$

- **Courant d'entrée des six (6) modules onduleurs alimentant les charges AC :**

$$I_{charge} = 6 \times I_{AC}$$

$$I_{charge} = 6 \times 46 \text{ A}$$

$$I_{charge} = 276 \text{ A}$$

- **Courant que doit fournir l'ensemble des redresseurs AC/DC :**

$$I_{tot} = I_{batt} + I_{charge}$$

$$I_{tot} = 150 + 276$$

$$I_{tot} = 426 \text{ A}$$

Le courant de sortie approximatif d'un module redresseur de 3.5kW sous tension DC de 48V est :

$$I_{redre} = \frac{P_{red}}{U_{DC}}$$

$$I_{redre} = \frac{3500}{48} = 72.91 \cong 73 \text{ A}$$

Ainsi le nombre de redresseurs peut être déterminé par :

$$N_{redre} = \frac{I_{tot}}{I_{redre}}$$

$$N_{redre} = \frac{426}{73} \cong 5.84$$

Six (06) redresseurs ont été installés pour chaque voie d'alimentation

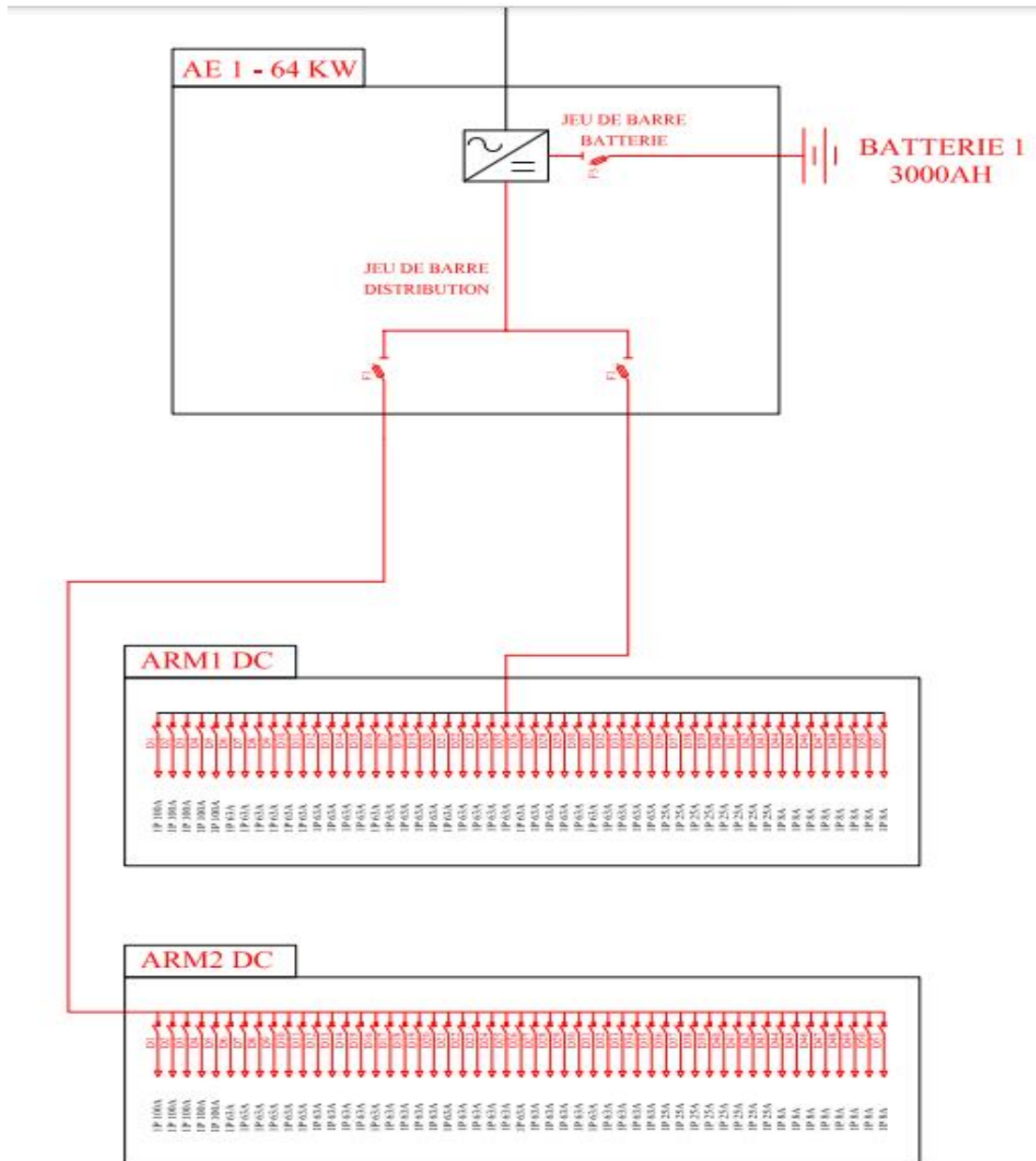


Figure 14 : Schéma de câblage du redresseur modulaire AC/DC de 64kW

❖ **Convertisseur DC/AC**

- ❖ Les convertisseurs DC/AC ne concernent que l'alimentation des charges AC. Des convertisseurs modulaires extensibles de 2kW par unité ont été choisis. La puissance totale des charges AC est de 4kW.

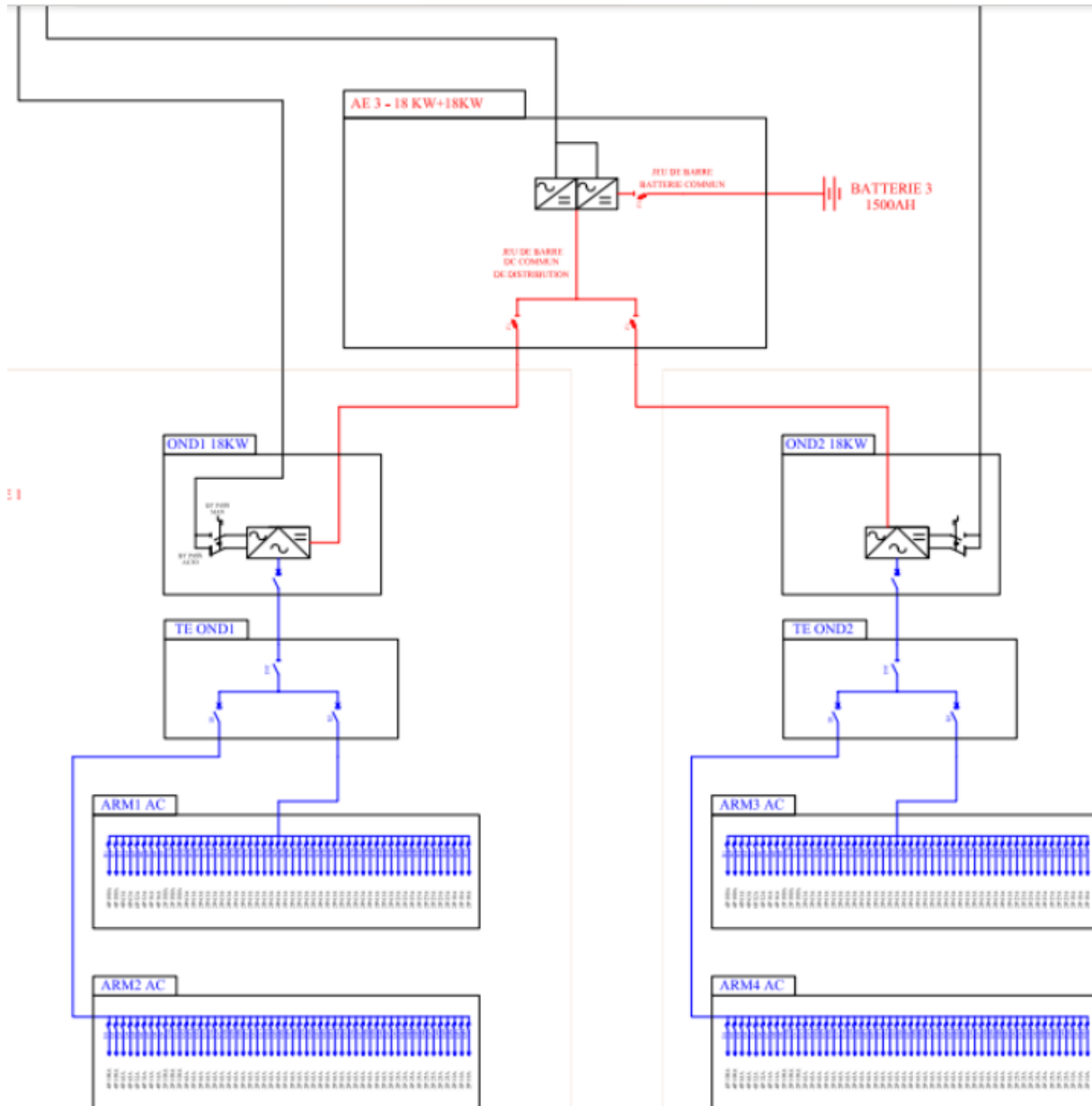


Figure 15 : Schéma de câblage de l'Onduleur modulaire de 18kVA

Les caractéristiques de ces convertisseurs se trouvent dans les tableaux ci-après :

Caractéristiques techniques du système de redressement

Le système de redressement retenu est constitué de deux modules redresseurs fonctionnant en mode redondant et montés en parallèle afin d'assurer une meilleure disponibilité de l'alimentation électrique. Cette architecture modulaire permet une extension ultérieure de la capacité en fonction de l'évolution des besoins du site.

Les principales caractéristiques techniques sont les suivantes:

- Puissance nominale par module: 3,5 kW;
- Nombre de modules: 2;
- Mode de fonctionnement: redondant en parallèle;
- Architecture: modulaire et extensible;
- Type de câblage: arrivée des câbles par le haut;
- Tension d'alimentation: 220 à 240 V AC (monophasé) ou 380 à 415 V AC (triphasé);
- Protection: dispositif de protection contre les surtensions d'origine atmosphérique avec système automatique de déconnexion.

Caractéristiques des modules redresseurs

Chaque module redresseur assure la conversion de l'énergie alternative en énergie continue destinée à l'alimentation des équipements de télécommunication et à la recharge des batteries. Les caractéristiques principales sont les suivantes:

- Tension d'entrée: 210 à 260V AC;
- Courant d'entrée: 10 à 14 A;
- Tension de sortie: 54V DC;
- Puissance de sortie: comprise entre 3 000 W et 4 000 W.

Caractéristiques du contrôleur

Le contrôleur constitue l'organe de supervision et de gestion de l'ensemble du système d'alimentation. Il assure le suivi en temps réel du fonctionnement des redresseurs, des batteries et des différents paramètres de l'installation.

Il est équipé des interfaces et fonctionnalités suivantes:

- un afficheur numérique LCD permettant la visualisation des paramètres de fonctionnement;
- des interfaces de communication externes telles que RS232, Ethernet, TCP/IP et SNMP pour la supervision à distance;
- la prise en charge de protocoles de communication tels que HTTP, SNMP et d'autres protocoles de gestion compatibles;
- des entrées numériques destinées à la gestion des alarmes et des événements;

- des relais de sortie pour la commande d'équipements externes;
- une signalisation lumineuse des alarmes:
 - Rouge: alarme critique;
 - Jaune: alarme majeure ou d'observation;
 - Vert: fonctionnement normal (absence d'alarme).

Les principales fonctions assurées par le contrôleur sont:

- le contrôle du taux de charge et de décharge des batteries;
- la supervision des modules redresseurs à l'aide d'un système adressable;
- la surveillance des paramètres critiques, notamment la température, la perte de la source primaire d'énergie, l'état du contacteur de délestage, les défauts des redresseurs et les surtensions;
- la gestion centralisée de l'ensemble des équipements du système d'alimentation, avec la possibilité d'intégrer toute fonctionnalité complémentaire nécessaire à l'exploitation et à la maintenance de l'installation.

Pour les convertisseurs DC/ AC (RBO):

Caractéristiques techniques de l'ensemble redresseur–batteries–onduleur (charge AC)

Le système d'alimentation secourue est constitué d'un ensemble redresseur–batteries–onduleur destiné à assurer une alimentation continue et de qualité des charges en courant alternatif (AC). L'installation comprend deux unités fonctionnant en mode redondant et couplées en parallèle, garantissant ainsi une disponibilité élevée du système. Son architecture modulaire permet une extension de la puissance jusqu'à 30 kW afin de répondre à l'évolution des besoins énergétiques du site.

Les principales caractéristiques générales sont les suivantes:

- Nombre d'unités: 2;
- Mode de fonctionnement: redondant en parallèle;
- Architecture: modulaire et extensible jusqu'à 30 kW.

Caractéristiques des modules redresseurs

Les redresseurs assurent la conversion de l'énergie électrique alternative en courant continu destiné à l'alimentation des équipements et à la recharge des batteries.

Leurs caractéristiques techniques sont les suivantes:

- Tension d'entrée: 210 à 260V AC;
- Fréquence d'entrée: 50 Hz;
- Tension de sortie: 54V DC;
- Puissance nominale: 3 500 W par module;
- Type: modulaire.

Caractéristiques des modules onduleurs

Les onduleurs convertissent l'énergie stockée dans les batteries (48 V DC) en une tension alternative stable destinée à l'alimentation des charges AC.

Les principales caractéristiques sont:

- Tension d'entrée: 48 V DC (plage de fonctionnement: 40 à 60 V DC);
- Courant d'entrée: 46A;
- Tension de sortie: 230V AC;
- Fréquence de sortie: 50 Hz;
- Puissance nominale: 3 kVA par module;
- Type: modulaire.

Caractéristiques du contrôleur

Le contrôleur assure la supervision, la commande et la gestion centralisée de l'ensemble du système d'alimentation secourue. Il permet le suivi en temps réel de l'état des redresseurs, des batteries et des onduleurs, tout en assurant la gestion des alarmes et des événements.

À cet effet, il est équipé des éléments suivants:

- un afficheur numérique LCD pour la visualisation des paramètres de fonctionnement;
- des interfaces de communication externes RS232, Ethernet, TCP/IP et SNMP;
- la prise en charge de protocoles de communication tels que HTTP, SNMP et autres protocoles compatibles;
- des entrées numériques dédiées à la gestion des alarmes et des événements;
- des relais de sortie pour le pilotage d'équipements externes;
- une signalisation lumineuse permettant d'identifier rapidement l'état du système:
 - Rouge: alarme critique;
 - Jaune: alarme majeure ou d'observation;
 - Vert: fonctionnement normal (absence d'alarme).

Les principales fonctions du contrôleur sont les suivantes:

- contrôle du taux de charge et de décharge des batteries;
- supervision des modules redresseurs et des onduleurs à l'aide d'un système adressable;
- surveillance des paramètres critiques tels que la température, l'absence de la source primaire d'énergie, l'état du contacteur de délestage, les défauts des redresseurs, les défauts des onduleurs et les surtensions;
- gestion centralisée de l'ensemble des équipements avec possibilité d'intégrer des fonctionnalités complémentaires nécessaires à l'exploitation et à la maintenance du système.

Le site dispose d'un stabilisateur de tension afin de palier à l'instabilité des paramètres du réseau électrique de distribution de la SBEE tels que :

- La fréquence
- La tension
- Le facteur de puissance,

Le stabilisateur de tension assure la protection des équipements électriques contre es piques de tension, les creux de tension et les baisses de tension

La figure ci-dessous présenté une image du stabilisateur utilisé dans cette installation sensible.



Figure 16 : Stabilisateur de tensi

La figure ci-dessous présente une image du TGBT



Figure 17: Tableau Général Basse Tension

La figure ci-dessous représente une vue panoramique des Ateliers d'énergie DC et les équipements RBO



Figure 18 : Atelier d'énergie et Équipements du système RBO

La figure ci-dessous représente la cuve à gasoil pour une autonomie de 10 jours de productions des groupes électrogènes et l'ATS sources servant de transfert des trois sources d'énergie



Figure 19 : Cuve à gasoil de 5000 Litres



Figure 20: ATS trois sources

Conclusion

Ce rapport de fin d'étude réalisé sur l'étude d'une alimentation secourue a été une occasion de découverte et d'apprentissage des réalités professionnelles. Il a élargi nos connaissances sur les systèmes d'alimentation sans interruption et les groupes électrogènes. Compte tenu de la puissance demandée par les charges DC et AC et des marges de sécurité, deux groupes électrogènes de 250 kVA ont été Installés. Un groupe électrogène sert de secours en cas de panne du premier. Les systèmes de stockages performants, des redresseurs et onduleurs ont été correctement dimensionné et installé tous en mode de fonctionnement redondant.

Bibliographie

- [1]. COLIN. Techniques de l'Ingénieur «ⁱ Groupes électrogènes de secours »1998.
- [2]. D. HAZEL. Cahier technique n°196. Schneider Electric. « Génération électrique intégrée aux sites industriels et bâtiments commerciaux »
- [3]. MABBOUX. Techniques de l'Ingénieur. « Alimentations statiques sans interruption (ASI) » .2001
- [4]. Legrand. Guide technique « Alimentations sans interruption (ASI) » 2012.
- [5]. FERREIRA. INRS. ED 828 « Principales vérifications périodiques », Octobre 2011
- [5]. Manuel d'entretien et de vérification du groupe électrogène SDMO 36 828. 2010.

Annexes

Présentation du site



Les armoires de distribution et les convertisseurs





Les groupes électrogènes





Certificat de qualité



CERTI TRUST
CONFIDENCE IN THE DIGITAL ERA

CERTIFICAT

Interdigitcert Europe certifie par la présente
que le système de management de

ETISALAT BÉNIN
Avenue Jean Paul II, zone Résidentielle 01
BP 8052 Cotonou
République du Bénin

A été évalué en accord avec les exigences de
système de management reprises dans

ISO 9001:2015

Déclaration du champ d'application de la certification :

Le périmètre du SMO de ETISALAT Bénin couvre les activités liées à la construction et l'exploitation d'un Réseau GSM, la conception et le Développement des Offres, la Vente de Services de Télécommunications aux Abonnés, aux Opérateurs et aux distributeurs ainsi que la Gestion de la Clientèle.

Certificat N° C-QMS-012020-0C000300

Luxembourg, 08-01-2020

Certifiée depuis 02-04-2012
Certification initiale par Bureau Veritas Certification
sous le n° CI 2905812/CTI en date du 29 décembre 2017

Valable du 08-01-2020 au 07-01-2023
*Sujet à des audits de surveillance annuels

Pierre Dewez
Pierre Dewez,
Directeur Général.

INTERDIGICERT EUROPE SA,
Groupe CERTI TRUST
24, Quai de la Sèze
L-13543 Luxembourg
S.L. de Luxembourg
T +352 (0)20 30 10 66
F +352 (0)22 60 08 01
www.services@certi-trust.com

ISO 9001
CERTI TRUST

SGS
V
BUREAU VERITAS
Certification
ISO 9001:2015
MLA-0004 Signatory

Cette évaluation et la certification associée ont été menées dans le respect des procédures d'audit et de certification d'Interdigitcert Europe. Ce certificat peut être validé en envoyant un e-mail à certification@certi-trust.com

Table des matières

DEDICACE.....	i
REMERCIEMENTS	ii
SOMMAIRE	iii
LISTE DES FIGURES.....	iv
LISTE DES TABLEAUX.....	v
SIGLES ET ACRONYMES	vi
RESUME.....	vii
ABSTRACT	viii
INTRODUCTION GENERALE.....	1
CHAPITRE 1 : PRESENTATION DU LIEU DE STAGE ET DES TRAVAUX EFFECTUÉS	2
1.1. Présentation Moov Africa Bénin.....	2
1.2. Organisation de Moov Africa Bénin	2
1.3. Vision et Mission de Moov Africa Bénin	3
1.4. Système de management de la qualité.....	3
1.5. Fondation Moov Africa Bénin	4
1.5. Travaux effectués	5
1. 5.1 Entretien de batteries	5
1.5.2. Entretien des groupes électrogènes	5
1.5.3. Entretien des paratonnerres	6
1.5.4. Maintenance des installations électriques	6
CHAPITRE 2: GENERALITES SUR LES SYSTEMES D'ENERGIE SECOURUE	9
2.1. Généralités sur les alimentations de secours	9
2.2. Alimentation sans interruption (ASI).....	10
2.2.1 DESCRIPTION DES ASI.....	10
2.2.2. Batterie d'accumulateur	11
2.2.3. Mode de fonctionnement de l'ASI.....	11
2.2.3.1. ASI en attente passive	11
2.2.3.2. ASI en interaction avec le réseau	12
2.2.3.3. ASI à double conversion	13

2.2.4. Applications possibles.....	16
2.2.5. Système de gestion des batteries	16
2.2.6. Les onduleurs	17
2.2.7. Critères d'évaluation de la performance	19
2.2.7.1. Indépendance.....	19
2.2.7.2. Efficacité	19
2.2.7.3. Temps de réponse.....	20
2.2.7.4. Niveau de confiance	21
2.2.8. Entretien et maintenance	21
2.2.8.1. Entretien d'un système d'alimentation sans interruption (ASI)	22
2.3. Groupes électrogènes	23
2.3.1. Définition	23
2.3.2. Description d'un groupe électrogène	23
2.3.3. Puissance d'un groupe électrogène	24
2.2.4. Couplage des groupes électrogènes.....	25
2.3.4.1. Dispositif de protection	25
2.3.2. Fonctionnement d'un groupe électrogène.....	26
2.3.3. Entretien d'un groupe electrogène	27
CHAPITRE 3: DIMENSIONNEMENT ET CHOIX DES COMPOSANTS POUR LE SYSTEME D'ALIMENTATION SECOURUE.....	28
3.1. Dimensionnement et choix du groupe électrogène	30
3.2. Dimensionnement du stockage.....	34
3.3. Onduleurs et autres accessoires.....	36
Conclusion.....	47
Bibliographie	48
Table des matières	53