



Dimensionnement d'un système secours pour la station de pompage l'ONEA à Paspanga : Cas de DYWIDAG et de CANDY.

MEMOIRE POUR L'OBTENTION DU
MASTER EN INGENIERIE DE L'EAU ET DE L'ENVIRONNEMENT
OPTION : GENIE ELECTRICITE, ENERGETIQUE ET INDUSTRIELLE

Présenté et soutenu publiquement le [Date] par

Ousseynou DIA (20130550)

Travaux dirigés par :

Travaux dirigés par : Dr Sayon SIDIBE, Maître assistant CAMES

Sous la supervision : Dr. Moussa Y SORO, maitre de conférences CAMES

Encadrant entreprise

M. Ali ZERBO

Chef de cellule maintenance

Structure (s) d'accueil du stage l'ONEA

Jury d'évaluation du stage :

Président : Dr. Daniel YAMEGUEU

Membres et correcteurs : Dr. Moussa SORO
Souleymane BARRO
Sayon dit Sadio SIDIBE

Promotion [2019/2020]

Dédicaces

- A Dieu très haut pour ses grâces et sa miséricorde dans ma vie !!!

- A mes parents

Mon Père Youssouf DIA et Ma Mère Kadiatou TRAORE

- A mes frères et sœurs

Mouhammad, Nènè Salimata, Fatima Soulaka.

- A mes amis et compatriotes au Burkina Faso

A tous, pour vos soutiens inestimables durant ce parcours

REMERCIEMENT

Avant de débiter ce rapport, je veux exprimer ma reconnaissance et ma gratitude à tous ceux qui de près ou de loin ont contribué à l'élaboration de ce document.

- Remerciements distingués à Monsieur Gandaogo Frédéric François KABORE, Directeur Général de l'ONEA et à toute son équipe,
- Monsieur Aly ZERBO mon maitre de stage et chef de cellule de maintenance à la station de traitement d'eau de Paspanga qui a su trouver du temps malgré son calendrier très chargé, et n'a ménagé aucun effort pour m'encadrer. Cher Maitre, Votre compréhension, vos conseils et encouragements au travail, votre promptitude mais surtout votre disponibilité m'ont aidé
- Monsieur Abdoul Aziz KANO et Monsieur Didier, tous de la cellule de maintenance de Paspanga pour m'avoir accueilli au sein de la station, en particulier à la cellule de maintenance
- Docteurs Moussa SORO et Sayon dit Sadio SIDIBE ; qui ont bien voulu accepter de m'encadrer. Chers Maitres, Vos compréhensions, vos conseils et encouragements au travail, vos promptitudes mais surtout vos disponibilités m'ont aidé.

Mes sincères remerciements à toute l'équipe de la station de Paspanga pour l'environnement chaleureux dans lequel j'ai pu effectuer mes travaux.

- Je remercie l'Association des Fonctionnaires Maliens au Faso (FOMAF)

Mes remerciements vont également à l'endroit de tout le corps administratif, et professoral de 2iE qui a assuré ma formation, notamment au Docteur Sayon Dit Sadio SIDIBE

Je voudrais pour finir dire merci à tous les étudiants de 2iE, en particulier la communauté malienne pour la fraternité qui a existé durant ces années de formation, je remercie également ma promotion pour ces moments agréables passés ensemble et enfin ma famille qui a toujours été un soutien fort pour moi.

AVANT-PROPOS

L'Institut International d'Ingénierie de l'Eau et de l'Environnement (2iE) est un établissement d'enseignement supérieur et de recherche basé à Ouagadougou au Burkina Faso. Sa création en 2006, résulte de la fusion et la restructuration des écoles inter-États EIÉR (École d'Ingénieurs de l'Équipement Rural) et ETSHER (École des Techniciens de l'Hydraulique et de l'Équipement Rural), créées respectivement en 1968 et 1970 par 14 États d'Afrique de l'Ouest et Centrale pour former des ingénieurs spécialisés dans les domaines de l'équipement et de l'hydraulique. Véritable partenariat Public/Privé, 2iE rassemble, dans une communauté de valeurs, les États fondateurs, les entreprises privées et les partenaires institutionnels, académiques et scientifiques. 2iE dispense une formation de pointe dans les domaines de l'Eau et l'Assainissement, l'Energie et l'Electricité, l'Environnement et le Développement Durable, le Génie Civil et les Mines, le Management et l'Entrepreneuriat conformément au Processus de Bologne : Licence, Master, Doctorat ; en partenariat avec les meilleures universités du monde, offrant ainsi une grande mobilité aux étudiants.

Les diplômes de 2iE sont accrédités et reconnus en Afrique et à l'international à travers le Conseil Africain et Malgache pour l'Enseignement Supérieur (CAMES) et la Conférence Française des Grandes Ecoles (CGE). Les diplômes d'Ingénieur sont accrédités par la Commission Française des Titres d'Ingénieur (Cti), labellisés EUR-ACE en Europe et AACRAO aux États Unis.

Pour une bonne formation des Ingénieurs de Conception et des Techniciens Supérieurs hautement qualifiés et aptes à relever les défis, les étudiants sont soumis à une formation théorique et à une formation pratique qui consiste en des travaux pratiques et visites sur site. Les formations pour le niveau master sont clôturées par des stages de production en entreprise ou dans un laboratoire de recherche en vue de la rédaction d'un mémoire.

C'est dans ce cadre que nous avons été retenus au sein du Service de maintenance de la station de l'ONEA à Paspanga rattachée à la Direction Régionale de Ouagadougou (D.R.O) pour notre stage de fin d'études d'ingénieur dont le thème s'intitule : «**Dimensionnement d'un Groupe électrogène Hybride de secours en cas de délestage dans la station de pompage de l'ONEA à Paspanga : cas des stations de pompes DYWIDAG et CANDY** ».

Le présent rapport en est la parfaite illustration et rend compte des travaux effectués

RESUME

La mission de l'ONEA est d'assurer la production et la distribution d'eau potable à la population. Pour la bonne marche de cette mission elle doit assurer la continuité de service de ses machines électriques. Actuellement au Burkina Faso, la SONABEL a du mal à assurer une fourniture d'énergie sans interruption à ses clients dont l'ONEA due à l'insuffisance à la quantité d'énergie produite.

L'eau étant une ressource vitale et son utilisation indispensable pour notre survie. L'ONEA étant conscient de l'impact de sa mission sur la population se dote progressivement de matériel adéquat comme les groupes électrogènes de secours, les installations photovoltaïques et d'autres équipements pour assurer la continuité en énergie dans ses stations. L'ONEA, dans le cadre de notre stage de fin d'études d'ingénieur nous a confié la conception d'un système hybride de secours qui est constitué d'un groupe électrogène et d'un champ photovoltaïque.

Deux types de dimensionnement ont été menés pour satisfaire pleinement la demande en électricité des stations de traitement Dywidag et Candy, à savoir le dimensionnement du groupe électrogène et celui du champ photovoltaïque. Le groupe électrogène a une puissance installée de 1236.048 kVA qui coûte 227920000 FCFA. L'installation photovoltaïque à une puissance de 1000 kWc, comportant 3608 modules et 4 onduleurs. Elle est divisée en 4 sous champs de 250 kWc et coûte 837338320 FCFA. Soit 4.7 fois le coût du groupe électrogène. Le coût global du système de secours à installer fait **1 065 258 320 FCFA**.

Mots Clés :

- 1 - Station de pompage**
- 2 - Le traitement d'eau potable**
- 3 - Secours hybride PV-Diesel**
- 4 - Basse tension**
- 5 - Groupe électrogène**
- 6 - Champ photovoltaïque**

ABSTRACTION

The mission of ONEA is to ensure the production and distribution of drinking water to the population. For the smooth running of this mission, it must ensure the continuity of service of its electrical machines. Currently in Burkina Faso, SONABEL is struggling to ensure an uninterrupted supply of energy to its customers whose ONEA due to the insufficient amount of energy produced.

Water is a vital resource and its essential use for our survival. ONEA, being aware of the impact of its mission on the population, is gradually acquiring adequate equipment such as emergency power generators, photovoltaic installations and other equipment to ensure continuity of energy in its stations. ONEA, as part of our internship at the end of engineering studies entrusted us with the design of a hybrid backup system which consists of a generator and a photovoltaic field.

Two types of dimensioning were carried out to fully satisfy the electricity demand of the Dywidag and Candy treatment plants, namely the sizing of the generator and the photovoltaic field. The generator has an installed capacity of 1236.048 kVA which costs 227920000 FCFA. Photovoltaic system with a power of 1000 kWp, comprising 3608 modules and 4 inverters. It is divided into 4 subfields of 250 kWp and costs 837338320 FCFA. That's 4.7 times the cost of the generator. The overall cost of the backup system installed is 1 065 258 320 FCFA.

Keywords:

- 1 - Station for pumping and drinking water treatment
- 2 - PV-Diesel Hybrid Rescue
- 3 - Low tension
- 4 - Generator
- 5 - Photovoltaic field

LISTES DES ABBREVIATIONS

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

ONEA : Office National de l'Eau et de l'Assainissement

RF : station de refoulement

SONABEL : Société National d'Electricité du Burkina

Ku : coefficient d'utilisation

Ks : coefficient de simultanéité

Ke : coefficient d'extension

P_{tr} : la puissance de la source d'alimentation

P_f : puissance foisonnée

U : tension

P_u : puissance utile

P_a : puissance absorbée

S_g : puissance apparente du groupe

S_u : puissance apparente utile

kW_c : kilo watt crête

U_{oc} : tension a circuit ouvert

r : ratio de puissance

s : seconde

°C : degré Celsius

LISTES DES TABLEAUX

Tableau 1: BILAN CANDY	22
Tableau 2: BILAN DYWIDAG	Erreur ! Signet non défini.
Tableau 3: BILAN DE REFOULEMENT (RF)	29
Tableau 4: Caractéristique de l'onduleur	39
Tableau 5: vérification des conditions à l'entrée d'un string	40
Tableau 6: Les sections de câbles en fonction du courant admissible	45
Tableau 7: Longueurs des câbles	47
Tableau 8: Les facteurs d'impédance en fonction de la session	49
Tableau 9: Bilan financier approximatif pour le groupe électrogène	52
Tableau 10: Bilan financier estimatif pour le champ Photovoltaïque	52
Tableau 11: Le coût global de réalisation du système hybride	54

SOMMAIRE

REMERCIEMENT	2
AVANT-PROPOS	3
RESUME	4
ABSTRACTION	5
LISTES DES ABBREVIATIONS	6
LISTES DES TABLEAUX	7
SOMMAIRE	7
INTRODUCTION	10
PARTIE 1 : GENERALITES	11
I. PRESENTATION DE L'ENTREPRISE (ONEA)	11
I.1 L'ACTIVITE	11
I.2 L'ORGANISATION DE L'ONEA	12
I.3 Les Directions centrales sont :	12
I.4 La station de paspanga	12
I.5 Les unités de traitements	13
I.6.1 L'UNITE CANDY	13

I.6.2	L'UNITE DYWIDAG	13
I.6.3	L'UNITE COMPACTE DEGREMONT(UCD).....	13
I.6	Le traitement d'eau	14
II.	Présentation du thème.....	15
II.1	Contexte de l'étude	15
II.2	Objectif du projet	15
II.3	Résultats attendus	15
II.4	Approche méthodologique	16
II.5.1	Choix de la technologie	16
II.5.2	Recherche documentaire	16
II.5.3	Présentation des deux types de secours qui forment notre système hybride de secours 16	
II.5.4	Dimensionnement du groupe électrogène, du champ photovoltaïque et le choix des équipements.....	17
II.5.5	Evaluation financière et environnementale.....	17
II.5.6	Limite de l'étude.....	17
PARTIE 2 : COMCEPTION DU SYSTEME HYBRIDE		18
I.	BILAN DE PUISSANCE DE LA STATION DE TRAITEMENT	18
I.1	Bilan de puissance de l'unité CANDY.....	20
I.2	Bilan de puissance de l'unité DYWIDAG.....	28
I.3	Bilan de puissance de la station de refoulement	29
II.	PRINCIPE DE FONCTIONNEMENT D'UN GROUPE ELECTROGENE	30
II.1	CHOIX DU GROUPE	33
II.2	DIMENSIONNEMENT DES CABLES	33
II.2.1	SECTION DES CABLES PAR UNITE	34
III.	CHAMP PHOTOVOLTAIQUE	38
IV.1	DIMENSIONNEMENT DU SYSTEME PHOTOVOLTAÏQUE POUR LE SECOURS.....	38
III.1.1	CHOIX DU MODULE PV DE L'ONDULEUR ET DE	38
IV.2	DIMENSIONNEMENT DES EQUIPEMENTS DE PROTECTION ET LES CANALISATIONS UTILISEES POUR LE TRANSPORT DE L'ENERGIE VERS L'UTILISATION	43
III.2.1	Protection contre les surintensités DC	44
III.2.2	Interrupteur-sectionneur	44
III.2.3	Protection contre les surtensions.....	44
IV.3	DIMENSIONNEMENT DES CABLES ELECTRIQUE ET COFFRET DE RACCORDEMENT	44

III.3.1	Les câbles électriques.....	44
III.3.2	La mise à la terre	45
III.3.3	Calcul de section de câble et choix des équipements de protection	45
III.3.4	Coté courant continue.....	45
IV.4	Dimensionnements et choix des boites de jonctions.....	46
III.4.1	COTE BASSE TENSION	48
IV.5	Calcul de la surface qu'il faut pour réalisation du champ PV.....	50
III.5.1	Déterminons la distance entre deux blocs de string.....	50
III.5.2	Donc la surface d'un sous champ vaut.....	51
III.5.3	La surface totale qu'il faut pour l'implantation de tout champ PV.....	51
PARTIE 3 : ETUDE FINANCIERE		52
PARTIE 4 : AVANTAGES, LIMITES ET IMPACT ENVIRONNEMENTAL.....		55
I.	Avantages et limites	55
I.1	Avantages	55
I.2	Limites	55
II.	Impactes environnemental et social	55
CONCLUSION ET RECOMMANDATION		57
I.	CONCLUSION	57
II.	Recommandation	57
BIBLIOGRAPHIE.....		58

INTRODUCTION

L'ONEA a pour mission la production et la distribution d'eau potable à la population, pour atteindre un tel but elle doit assurer la continuité de service de ses machines électriques. Au Burkina Faso la disponibilité de l'électricité en qualité et en quantité reste une préoccupation majeure et un défi à relever. Ne dit-on pas que « l'eau c'est la vie », L'ONEA soucieux de l'importance de ses missions dans la vie humaine se dote progressivement de groupe électrogène afin d'assurer la continuité en énergie dans les stations et sites de stockage car sans énergie, aucune production n'est possible. C'est dans ce but que les responsables de l'ONEA ont décidés de doter la station de Paspanga d'un système hybride (groupe électrogène et champs et un champ Photovoltaïque), car elle assure la majeure partie des besoins en eau du centre-ville. Ce qui fera l'objet de notre stage.

Notre travail consiste à dimensionner un groupe électrogène et un champ photovoltaïque qui supportera l'ensemble des équipements des stations de pompage Dywidag et Candy dans la station de Paspanga. Pour ce faire, nous structurons notre travail comme suit :

Dans une première partie, nous allons faire le bilan de puissance des deux stations, le choix des protections et de la section des câbles électriques. Ce qui sera nécessaire pour la détermination des caractéristiques et le choix du groupe électrogène qu'il nous faudra. Par la suite vient le choix et le dimensionnement du système photovoltaïque (injection réseau à 25% ensuite à 100% de la puissance qu'il faut pour satisfaire la demande). Enfin une évaluation financière de l'ensemble du projet et une étude d'impact environnementale du projet seront effectuées.

PARTIE 1: GENERALITES

I. PRESENTATION DE L'ENTREPRISE (ONEA)

L'ONEA est une société d'Etat régie par la loi n°025/99/AN du 16 novembre 1999 portant réglementation générale des sociétés à capitaux publics et les dispositions de l'acte uniforme relatif aux droits des sociétés commerciales. Il intervient dans les secteurs d'activités de l'eau potable et des eaux usées et excréta.

Le décret n°94/391/PRES/MICM/EAU portant transformation de l'ONEA en société d'Etat assigne deux missions principales à l'ONEA, regroupées en deux volets :

Un volet eau, où l'ONEA est chargé de la création, la gestion et la protection des Installations de captage, d'adduction, de traitement et de distribution d'eau potable pour les besoins urbains et industriels ;

Un volet assainissement pour lequel la mission de l'ONEA consiste en la création, la promotion et l'amélioration ainsi que la gestion des installations d'assainissements collectifs, individuels ou autonomes pour l'évacuation des eaux usées et des excréta en milieu urbain et semi-urbain.

Pour réaliser ses missions, l'ONEA est chargé d'assurer :

- La mise en place, l'exploitation, la maintenance des installations relatives à sa mission ;
- L'appui à la mise en place d'équipements individuels ou autonomes ;
- La préservation de la potabilité minimale exigible pour l'eau de boisson ;
- La mise en œuvre et l'application de la police des ressources en eau potable qu'il exploite ;
- La conception et la mise en œuvre des programmes de développement se rapportant à sa mission.

I.1 L'ACTIVITE

L'ONEA assure la production et la distribution de l'eau potable à partir :

- De ressource en eau souterraine et de surface : une source (Bobo-Dioulasso), six (6) prises d'eau sur barrages, trois (3) prises sur fleuves, plus de 235 forages et 20 puits ;
- De stations de traitement en chaîne complète (clarification et désinfection) ou d'installation de simples désinfections ou neutralisations ;
- D'équipements de pompage ;
- De sources d'énergies : SONABEL et groupes électrogènes ;
- D'ouvrages de stockage : bâches et châteaux d'eau ;
- De conduites d'adduction et de distribution : la longueur totale du réseau ONEA est de plus 5370km en (2010) ;
- Des branchements particuliers et bornes –fontaines.

En 2010, l'ONEA a produit 49 083 593 m³ à Ouagadougou et 9 509 022 m³ à Bobo-Dioulasso.

A la même période, 146 621 abonnés et 1929 bornes fontaines ont été desservis dont 104 781 abonnés et 738 bornes fontaines à Ouagadougou, 26653 abonnés et 479 bornes fontaines à Bobo- Dioulasso.

I.2 L'ORGANISATION DE L'ONEA

L'ONEA est administré par un conseil d'administration qui est obligatoirement saisi de toutes les questions d'importances pouvant influencer la marche de la société. Il est placé sous la tutelle technique du Ministère chargé de l'eau et la tutelle financière du ministère chargés des finances.

Les relations entre l'ONEA et l'Etat sont régies par un contrat qui fixe l'engagement de l'une ou l'autre des parties ; des indications sont utilisées pour l'appréciation du niveau d'exécution de chacun de ces engagements.

Actuellement, l'ONEA gère 44 centres dotés de système d'approvisionnement en eau potable.

Ces centres sont repartis dans quatre directions régionales :

- Direction Régionale de Ouagadougou : DRO (centre de Ouagadougou et Ziniaré)
- Direction Régionale de Bobo-Dioulasso : DRB (7centres)
- Direction Régionale du Nord-Ouest : DRNO (20 centres)
- Direction Régionale du Nord Est : DRNE (16 centres)
- Les quatre Directions Régionales sont coiffées par la Direction de l'Exploitation.

I.3 Les Directions centrales sont :

La Direction de la Planification et des Investissements (DPI)

La Direction de l'Assainissement (DASS)

La Direction Clientèle (DCL)

La Direction des Ressources Humaines (DRH)

La direction de la Maîtrise D'Ouvrage de Ziga (DMOZ) qui assure la mise en œuvre du projet de renforcement de l'approvisionnement en eau potable de la ville de Ouagadougou à partir du barrage de Ziga.

I.4 La station de Paspanga

La station de traitement d'eau de Paspanga est située dans le quartier du même nom. Les premiers ouvrages de traitement d'eau dans cette station ont été construits en 1956. Avec une capacité de production d'eau de 2300 m³/h, la mission première de la station est de produire de l'eau potable pour les quartiers situés au centre- ville de Ouagadougou.

I.5 Les unités de traitements

La station de traitement d'eau de PASPANGA est composée de trois (03) unités complètes de traitement d'eau à savoir CANDY, DYWIDAG et l'Unité Compacte DEGREMONT(UCD)

I.6.1 L'UNITE CANDY

Cette unité est la toute première à être mise en place dans la station en 1978 et sa capacité de traitement est de 600 m³/h, elle est composée de :

- Deux (02) décanteurs de types ACCELATOR de 300 m³/h chacun ;
- Une bache de stockage d'eau potable de 850 m³ ;
- Une station de pompage d'eau potable ;
- Un onduleur de 15 kVA pour l'alimentation de secours pour les équipements du système d'injection de réactifs dans les unités CANDY et DYWIDAG.

Le refoulement d'eau potable était réalisé par quatre (04) électropompes de surface dont un (01) de 110 kW et trois (03) de 75 kW chacune.

Aujourd'hui le refoulement d'eau potable est réalisé par quatre (04) électropompes de surface 90 kW chacune.

I.6.2 L'UNITE DYWIDAG

L'unité DYWIDAG a été construite en 1992 suite à la forte demande en eau potable due à un accroissement démographique. Sa capacité de traitement est de 800 m³/h. elle est composée de :

- Deux (02) décanteurs de type PULSATOR de 400 m³/h chacun ;
- Une bache de stockage d'eau potable de 300 m³ ;
- Une station de pompage d'eau potable.

Le refoulement d'eau passe par le château avant d'atteindre la distribution. Il y'avait quatre (04) électropompes de surface (fonctionnement alterné) qui assurent le refoulement d'eau potable vers trois (03) châteaux d'eau qui assurant le pompage vers le château d'eau RF dont :

- Une (01) électropompe de 315 kW (R7, R6-9) ;
- Deux (02) électropompes de 90 kW chacune(RF).

Actuellement on a deux (02) électropompes de surface de 250 kW et deux (02) de 110 kW pour (R7, R6-9) ;

I.6.3 L'UNITE COMPACTE DEGREMONT(UCD)

Cette unité, avec une capacité de traitement de 900 m³/h a été construite en 2014 par l'entreprise DEGREMONT en remplacement d'une ancienne station. Elle comporte une bache de stockage d'eau potable qui a une capacité de 2000 m³ et une station de pompage d'eau potable. Un onduleur de 15 kVA assure une continuité de l'alimentation des pompes doseuses en cas de coupure d'électricité de la SONABEL, des débitmètres à capteur ultrasonique et électromagnétiques assurent le comptage des volumes et débits.

Du côté de cette unité on note une station RF (Station de Refoulement). Cette station permet de refouler l'eau traitée de l'U.C. D jusqu'au château d'eau. Elle est constituée uniquement de deux électropompes dont les moteurs ont une puissance de 75 kW chacun.

I.6 Le traitement d'eau

La production d'eau à la station est assurée par quatre équipes de trois agents qui pratiquent un système de quart afin d'assurer la continuité de la production de jour comme de nuit.

La maintenance des équipements de production est assurée par des agents de maintenance composée de sept (07) électromécaniciens, quatre (04) mécaniciens, un plombier (01) regroupés au sein de la section Maintenance et dirigée par un Responsable de section. La méthode utilisée pour le suivi et l'application effective de la maintenance des équipements est la Gestion de la Maintenance Assistée par l'Ordinateur (GMAO). L'approvisionnement en eau brute de la station est assuré par deux stations d'exhaure à savoir : le barrage de Loumbila et le barrage N°3 de Ouagadougou.

La station de pompage d'eau brute du barrage de Loumbila est située à 15km de la station de traitement de Paspanga. Elle dispose pour l'exhaure d'eau des équipements ci-après :

- Une (01) électropompe de 630 kW avec un débit nominal de 1400 m³/h ;
- Une (01) électropompe de 710 kW avec un débit nominal de 1500 m³/h ;
- Trois (03) électropompes de 90 kW avec un débit nominal de 400m³/h ;
- Une conduite en fonte de diamètre DN600 pour le refoulement d'eau brute vers la station de Paspanga.
- Une conduite en PEHD de diamètre DN400 pour le refoulement d'eau brute vers la station de Paspanga ;

La station de pompage d'eau brute du barrage n°3 de Ouagadougou est située à 2km de la station de traitement de Paspanga, et dispose pour le pompage d'eau brute des équipements ci-après :

- Quatre (04) électropompes de 22kW, de débit nominal de 250m³ /h ;
- Une conduite en fonte DN500 pour le refoulement d'eau brute vers la station de traitement de Paspanga ;
- Un (01) poste de transformation de 100kVA.

II. Présentation du thème

II.1 Contexte de l'étude

L'ONEA a la mission d'assurer la production et la distribution d'eau potable à la population, pour la bonne marche de cette mission elle doit assurer la continuité de service de ses machines électriques. Actuellement au Burkina Faso la SONABEL a du mal à assurer une fourniture d'énergie sans interruption à ses clients dont l'ONEA due à la quantité d'énergie produite qui est insuffisante. L'eau étant une ressource vitale et son utilisation indispensable pour notre survie l'ONEA étant conscient de l'impact de sa mission sur la population se dote progressivement de matériel adéquat comme les groupes électrogènes de secours les modules photovoltaïques et d'autres équipements pour assurer la continuité en énergie dans ses stations et sites de stockage car sans énergie, la production n'est pas possible. C'est dans cette optique que la station de l'ONEA à Paspanga qui assure la majeure partie des besoins en eau du centre-ville notamment (Paspanga et ses villes alentours) a alors décidé de se doter d'un système de secours hybride (groupe électrogène et champs photovoltaïque) qui fera l'objet de notre stage. Notre travail dans la réalisation de ce projet se fera sur l'étude du thème suivant : « Dimensionnement d'un groupe électrogène et d'un champ photovoltaïque pour deux unités de productions dans la station de Paspanga notamment DYWIDAG et CANDY ». Ce travail sera donc de dimensionner un groupe électrogène et un champ photovoltaïque qui supportera l'ensemble des équipements des deux unités de productions DYWIDAG et CANDY de la station de Paspanga.

II.2 Objectif du projet

L'objectif général de ce dimensionnement est la mise en place d'un système de secours composé d'un groupe électrogène et d'un champ photovoltaïque moins coûteux.

En d'autre terme, le projet vise également à :

- Déterminer les dimensions des éléments qu'il faut pour la réalisation du système hybride de secours selon la norme NF 15-100 et en respectant les exigences de l'ONEA,
- concevoir un système hybride facile à réaliser, à exploiter et dont l'ensemble des équipements nécessaires pour sa réalisation sont accessibles sur le marché local,
- Assurer la distribution sans interruption de l'eau potable à la population.

II.3 Résultats attendus

Les résultats attendus à l'issue de ce travail sont :

- les caractéristiques du groupe électrogène et du champ photovoltaïque sont déterminées,
- une conception globale de ce système hybride de la production du courant jusqu'à l'alimentation des charges indiquées avec des équipements de qualité et qui sont facilement accessibles sur le marché,

- les impacts environnementaux et sociaux du système,
- un coût estimatif nécessaire pour une meilleure réalisation de ce système de secours.

II.4 Approche méthodologique

Pour mener à bien ce travail, l'approche méthodologique adoptée s'est articulée autour des principaux axes suivants :

- le choix de la technologie,
- la recherche documentaire,
- la présentation des deux (2) méthodes de production d'énergie,
- dimensionnement du groupe électrogène, du champ photovoltaïque et le choix des équipements,
- les avantages et les limites de ce système hybride,
- l'évaluation financière et l'impact environnemental du projet.

II.5.1 Choix de la technologie

Le choix de la technologie s'est fait sur la base des critères suivants :

- C'est l'une des technologies qui beaucoup utilisée et dont les ressources sont disponibles en Afrique et qui est économique comparée a beaucoup d'autre.
- Cette technologie est maitrisée au Burkina Faso et partout en Afrique, elle est peu complexe, son utilisation et sa maintenance est facile.

II.5.2 Recherche documentaire

Grace à La recherche documentaire nous avons eu à utiliser quelques documents nécessaires pour la réalisation de notre travail tel que :

- Le guide de NFC 15 100 ;
- Un document de chez Caterpillar pour le dimensionnement d'un groupe électrogène ;
- Les cours de centrale thermique, dimensionnement d'un système photovoltaïque à injection réseau et installation électrique de 2iE ainsi que d'autres documents qui sont cités dans la bibliographie.

II.5.3 Présentation des deux types de secours qui forment notre système de secours

Le dimensionnement d'un système de secours hybride a été mené, à savoir :

- Groupe électrogène
- Champ photovoltaïque

II.5.4 Dimensionnement du groupe électrogène, du champ photovoltaïque et le choix des équipements

Cette rubrique nous a permis de déterminer les dimensions des éléments qu'il nous faut pour la réalisation de notre système hybride à savoir :

- Le bilan de puissance qui a donné la puissance de l'installation à satisfaire ;
- Le dimensionnement du groupe a déterminé la puissance du groupe électrogène à installer ;
- Le dimensionnement du champ photovoltaïque a déterminé le nombre de module et d'onduleur qu'il faut pour satisfaire la demande ;
- La détermination des sections de câbles a permis de faire le choix des câbles électrique ;
- Le choix des protections a été fait à partir des calculs de courants de court-circuit et des tensions.

II.5.5 Evaluation financière et environnementale

Notre analyse financière et environnementale nous a permis d'estimer le coût de réalisation, ainsi que les impacts négatifs et positifs du projet.

II.5.6 Limite de l'étude

La présente étude ne tient pas compte des aspects suivants :

- Le choix d'une marque de groupe électrogène, le dimensionnement des bureaux et des salles de réunions qui sont sur le même transformateur que Candy

Les frais annexes (mains d'œuvres d'installation des équipements pour le secours, l'entretien des équipements...).

PARTIE 2 : CONCEPTION DU SYSTEME DE SECOURS

Cette partie du travail consiste à faire la conception du système hybride de secours ; Dans un premier temps nous allons faire le dimensionnement du groupe électrogène puis celui du champ photovoltaïque et la détermination des caractéristiques des équipements qui constituent le système. Des compétences en énergétique, en mécanique et en dessin industriel sont nécessaires pour mener à bien ce dimensionnement.

Le dimensionnement d'un groupe électrogène consiste à connaître le type de service et l'installation qu'il alimente, le type de réseau, à déterminer les conditions de fonctionnement à savoir :

- La température et l'altitude ;
- Ensuite il faut relever l'ambiance de travail (si la zone est ou pas Poussièreuse, Humide, Les ambiances corrosives...) ;
- Données pour la détermination de la puissance en régime établi ;
- Données pour la détermination de la puissance en régime transitoire :

Lorsque l'installation à alimenter comporte des moteurs qui ont une puissance qui vaut 10% de la puissance de l'installation, ce calcul est indispensable car en régime établi le courant de démarrage du moteur sera trop élevé.

Aussi si, en cas de retour du courant, de nombreux récepteurs redémarrent seul le calcul en régime transitoire est obligatoire.

Le calcul pour le régime transitoire consiste à déterminer le cas le plus défavorable pour la puissance active et pour la puissance apparente. Après vient la vérification de cette marche transitoire, voir si elle est admissible par le groupe déterminé lors de sa marche à régime établi. Sinon dans le cas contraire il est obligatoire de déterminer un nouveau groupe qui pourra admettre cette marche.

En général le cas défavorable pourra être :

- Le démarrage aléatoire d'un moteur lorsque tout le reste de l'installation est alimenté
- Le démarrage du plus gros des moteurs
- La reprise globale de l'installation
- La magnétisation d'un ou de plusieurs transformateurs ce qui est souvent rare.

I. BILAN DE PUISSANCE DE LA STATION DE TRAITEMENT

Le bilan de puissance est un outil qui permet de dimensionner une installation à partir de la définition de l'ensemble des récepteurs. Le calcul de la puissance d'utilisation est simplement sur la somme arithmétique des puissances de tous les récepteurs installés. L'objet de ce chapitre est de fournir une méthode pour l'estimation de la puissance d'utilisation. Il est nécessaire, pour cette estimation, d'évaluer quelques facteurs prenant en compte :

La diversité (le non fonctionnement simultané de tous les récepteurs pour un groupe donné),

Le régime d'utilisation des récepteurs installés (par exemple un moteur électrique n'est généralement pas utilisé à sa pleine puissance),

Le niveau d'utilisation prévisionnel des récepteurs installés et des extensions de charges possibles. Les valeurs données sont basées sur l'expérience et sur des enregistrements réalisés sur des installations existantes.

Nous verrons dans la suite comment se fera le bilan de puissance d'une installation dans son ensemble

- Facteur d'utilisation maximale (K_u)

Le régime de fonctionnement normal d'un récepteur peut être tel que sa puissance utilisée soit inférieure s'applique individuellement à chaque récepteur.

- -Facteur de simultanéité (K_s)

Tous les récepteurs installés ne fonctionnent pas simultanément. C'est pourquoi il est permis d'appliquer aux différents ensembles de récepteurs (ou de circuits) des facteurs de simultanéité. La détermination de ces facteurs de simultanéité implique la connaissance détaillée de l'installation et de ses conditions d'exploitation. Dans notre cas ce facteur a été pris égale à 0,5 parce que les moteurs de chaque unité sont en double mais il ne y'a qu'un qui fonctionne et l'autre quant à lui joue le rôle de secours et ces moteurs ne fonctionnent jamais simultanément.

- Facteur d'extension (K_e)

Le facteur d'extension K_e doit être estimé suivant les conditions prévisibles d'évolution de l'installation ; il est au moins égal à 1. Dans notre cas $K_e = 1,2$ (projet d'extension de l'installation électrique 20 %).

Une fois tous ces facteurs connus, nous allons alors réaliser le bilan de puissance de la station de Paspanga.

La station de Paspanga est un abonné moyenne tension donc pour permettre un meilleur l'exploitation de ces unités, elle dispose de quatre (04) transformateurs MT/BT pour l'alimentation de ces unités de traitement d'eau et pour le refoulement de l'eau ainsi traitée.

Ceci étant raccordé comme l'indique le schéma suivant :

Afin d'obtenir une meilleure précision, le bilan de puissance se fera par unité en raison des fonctionnements différents de ces derniers.

Dans le cas où le groupe devra supporter le démarrage simultané des moteurs de la station alors les puissances seront en hausse car l'appel de courant est très important lors des démarrages des moteurs donc la puissance sera par conséquent doublé ou voir triplé mais tous les moteurs de la station de Paspanga sont démarrés avec des démarreurs progressifs ALTISTARS

réduisant ainsi le courant de démarrage qui pouvait aller à 5 ou 6 fois le courant nominal à seulement $1,3I_n$.

Afin de déterminer la puissance tout en tenant compte du démarrage des moteurs alors nous allons prendre le cas où tous les équipements fonctionnent et que l'on démarre le moteur le plus puissant de la station, ainsi nous diminuons l'impact du démarrage des moteurs sur le groupe.

I.1 BILAN DE PUISSANCE DE L'UNITE CANDY

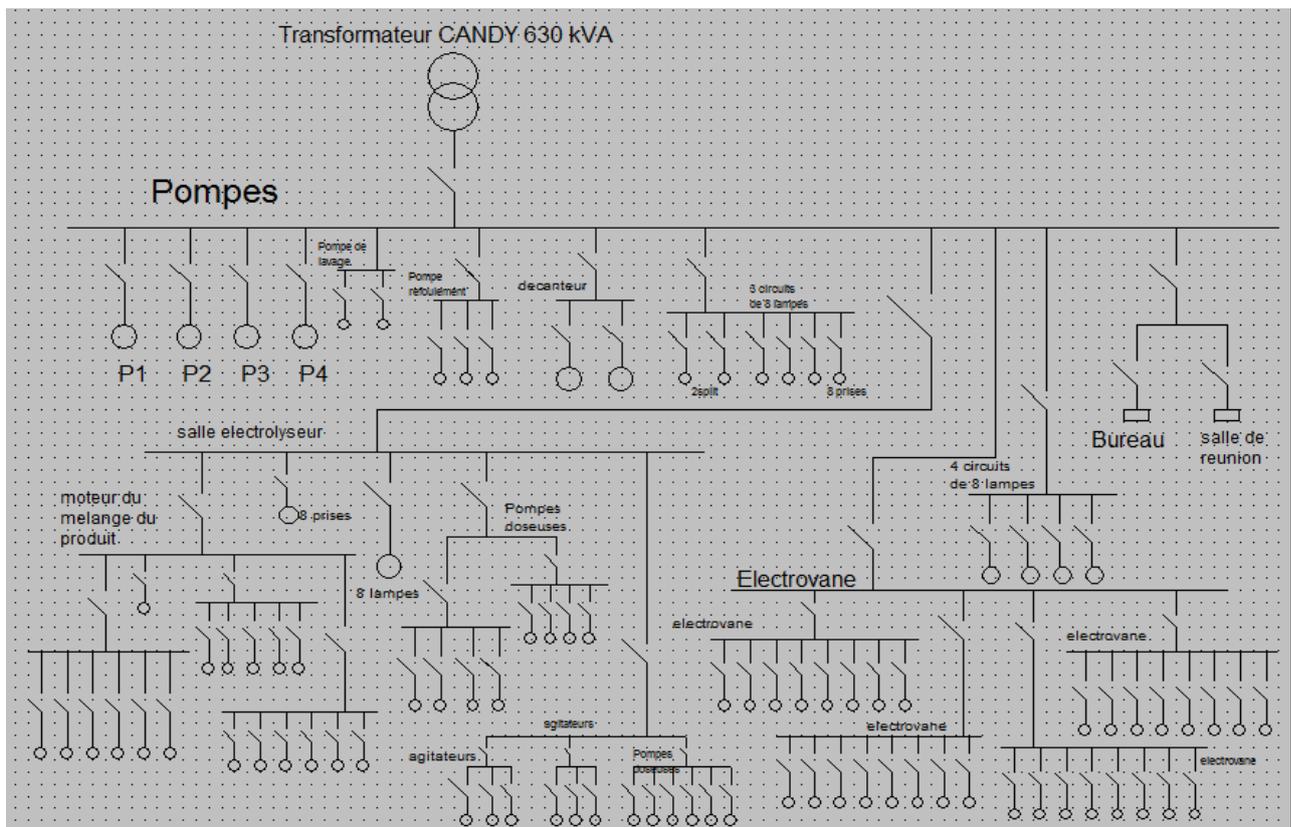
L'unité de CANDY est desservie par un transformateur de 630 KVA et alimente plusieurs locaux dont :

- La station de traitement
- Le bureau agent
- La salle de réunion
- La salle des électrolyseurs

Le bilan de puissance de l'unité CANDY ne concernera que la station de traitement et la salle des électrolyseurs.

Pour mener à bien ce bilan nous nous sommes basé sur le circuit de puissance de la station candy ci-dessous

Circuit de puissance de CANDY



Le tableau ci-dessous fait la synthèse de tous les équipements de la station de traitement de l'unité CANDY, ainsi nous avons déterminés la puissance réelle consommée par cette station en prenant en compte les coefficients de corrections respectives K_u , K_s et K_e mais pas le démarrage des moteurs.

Tableau 1: BILAN CANDY

BILAN CANDY DYWIDAG

CANDY																				
Equipements	Nbre	U (V)	Pu (kW)	Rendement	cosphi	Pa (kW)	Ku	Pamax (kW)	KS1	S1 (kVA)	KS2	S2 (kVA)	KS3	S3 (kVA)	KS4	S4 (kVA)	KS5	Pf (kVA)	Ke	Ptr (kVA)
Pompes de refoulements	1	400	90	0,96	0,83	93,56	0,5	46,78	1	56,36	1	56,36	1	56,36	1	56,36	0,6	280,85	1,2	337,02
Pompes de refoulements	1	400	90	0,96	0,83	93,56	0,5	46,78	1	56,36	1	56,36	1	56,36	1	56,36				
Pompes de refoulements	1	400	90	0,96	0,83	93,56	0,5	46,78	1	56,36	1	56,36	1	56,36	1	56,36				
Pompes de refoulements	1	400	90	0,96	0,83	93,56	0,5	46,78	1	56,36	1	56,36	1	56,36	1	56,36				
Lampes	8	230	0,72	0,8	0,85	0,9	1	0,9	1	1,06	0,8	3,39	1	3,39	1	3,39				
Lampes	8	230	0,72	0,8	0,85	0,9	1	0,9	1	1,06										
Lampes	8	230	0,72	0,8	0,85	0,9	1	0,9	1	1,06										
Lampes	8	230	0,72	0,8	0,85	0,9	1	0,9	1	1,06										
Grue	1		3,7	0,7	0,82	5,29	0,8	3,96	1	4,83	1	4,83	1	4,83	1	4,83				
Souffleur	1		13,3	0,8	0,85	16,63	0,8	12,47	1	14,67			1		1					
Pompe de lavage	1	400	15	0,8	0,9	18,75	0,8	14,06	1	15,63	0,9	27,26		27,26		27,26				
Moteur de la pompe de refoulement	1		45	0,9	0,85	50,00	0,8	37,50	1	44,12										

Moteur de la pompe de refoulement	1		45	0,9	0,85	50,00	0,8	37,50	1	44,12	0,9	119,12	1	119,12	1	119,12				
Moteur de la pompe de refoulement	1		45	0,9	0,85	50,00	0,8	37,50	1	44,12										
Décanteurs	1		7,5	0,8	0,85	9,38	0,8	7,03	1	8,27	0,9	14,89	1	14,89	1	14,89				
Décanteurs	1		7,5	0,8	0,85	9,38	0,8	7,03	1	8,27										
Split	1		2,5	0,7	0,94	3,57	1	3,57	1	3,80										
Split	1		2,5	0,7	0,94	3,57	1	3,57	1	3,80										
Lampes	8	230	0,72	0,8	0,85	0,9	1	0,9	1	1,06	0,7	10,28	1	10,28	1	10,28				
Lampes	8	230	0,72	0,8	0,85	0,9	1	0,9	1	1,06										
Lampes	8	230	0,72	0,8	0,85	0,9	1	0,9	1	1,06										
Prises (PC 2P+T 10/16A)	8	230	18,4			1	18,4	1	18,4	###	3,91									
Electro-vannes																				
Vanne filtre	1	1	0,6	0,3	0,8	2	0,8	1,5	1	1,88										
Vanne filtre	1	1	0,6	0,3	0,8	2	0,8	1,5	1	1,88										
Vanne filtre	1	1	0,6	0,3	0,8	2	0,8	1,5	1	1,88										
Vanne filtre	1	1	0,6	0,3	0,8	2	0,8	1,5	1	1,88	0,7	10,5								
Vanne filtre	1	1	0,6	0,3	0,8	2	0,8	1,5	1	1,88										
Vanne filtre	1	1	0,6	0,3	0,8	2	0,8	1,5	1	1,88										
Vanne filtre	1	1	0,6	0,3	0,8	2	0,8	1,5	1	1,88										
Vanne filtre	1	1	0,6	0,3	0,8	2	0,8	1,5	1	1,88										
Vanne décante	1	1	0,6	0,3	0,8	2	0,8	1,5	1	1,88										
Vanne décante	1	1	0,6	0,3	0,8	2	0,8	1,5	1	1,88										

Vanne décante	1	1	0,6	0,3	0,8	2	0,8	1,5	1	1,88	0,7	10,5	0,8	33,6	1	33,6					
Vanne décante	1	1	0,6	0,3	0,8	2	0,8	1,5	1	1,88											
Vanne décante	1	1	0,6	0,3	0,8	2	0,8	1,5	1	1,88											
Vanne décante	1	1	0,6	0,3	0,8	2	0,8	1,5	1	1,88											
Vanne décante	1	1	0,6	0,3	0,8	2	0,8	1,5	1	1,88											
Vanne décante	1	1	0,6	0,3	0,8	2	0,8	1,5	1	1,88											
Vanne décante	1	1	0,6	0,3	0,8	2	0,8	1,5	1	1,88	0,7	10,5	0,8	33,6	1	33,6					
Vanne décante	1	1	0,6	0,3	0,8	2	0,8	1,5	1	1,88											
Vanne décante	1	1	0,6	0,3	0,8	2	0,8	1,5	1	1,88											
Vanne décante	1	1	0,6	0,3	0,8	2	0,8	1,5	1	1,88											
Vanne décante	1	1	0,6	0,3	0,8	2	0,8	1,5	1	1,88											
Vanne décante	1	1	0,6	0,3	0,8	2	0,8	1,5	1	1,88											
Vanne décante	1	1	0,6	0,3	0,8	2	0,8	1,5	1	1,88											
Vanne décante	1		0,6	0,3	0,8	2	0,8	1,5	1	1,88											

Vanne décante	1		0,6	0,3	0,8	2	0,8	1,5	1	1,88	0,7	10,5							
Vanne décante	1		0,6	0,3	0,8	2	0,8	1,5	1	1,88									
Vanne décante	1		0,6	0,3	0,8	2	0,8	1,5	1	1,88									
Vanne décante	1		0,6	0,3	0,8	2	0,8	1,5	1	1,88									
Vanne décante	1		0,6	0,3	0,8	2	0,8	1,5	1	1,88									
Vanne décante	1		0,6	0,3	0,8	2	0,8	1,5	1	1,88									
Vanne décante	1		0,6	0,3	0,8	2	0,8	1,5	1	1,88									
Salle électrolyseur																			
Lampes	8	230	0,72	0,8	0,85	0,9	1	0,9	1	1,06	1	1,06	1	1,06					
Prises (PC 2P+T 10/16A)	8	230	18,4		1	18,4	1	18,4	0,2	3,91	1	3,91	1	3,91					
Pompes doseuses	1		0,75	0,79	0,77	0,95	0,8	0,71	1	0,92	0,8	2,96							
Pompes doseuses	1		0,75	0,79	0,77	0,95	0,8	0,71	1	0,92									
Pompes doseuses	1		0,75	0,79	0,77	0,95	0,8	0,71	1	0,92									
Pompes doseuses	1		0,75	0,79	0,77	0,95	0,8	0,71	1	0,92			0,9	5,33					
Pompes doseuses	1		0,75	0,81	0,75	0,93	0,8	0,69	1	0,93	0,8	2,96							
Pompes doseuses	1		0,75	0,81	0,75	0,93	0,8	0,69	1	0,93									

Pompes doseuses	1	0,75	0,81	0,75	0,93	0,8	0,69	1	0,93										
Pompes doseuses	1	0,75	0,81	0,75	0,93	0,8	0,69	1	0,93										
Agitateurs	1	5,5	0,84	0,8	6,55	0,8	4,91	1	6,14	0,9	16,57	0,9	22,47	0,8	29,28				
Agitateurs	1	5,5	0,84	0,8	6,55	0,8	4,91	1	6,14										
Agitateurs	1	5,5	0,84	0,8	6,55	0,8	4,91	1	6,14										
Agitateurs	1	1,1	0,6	0,7	1,83	0,8	1,38	1	1,96	0,9	5,30	0,9	22,47	0,8	29,28				
Agitateurs	1	1,1	0,6	0,7	1,83	0,8	1,38	1	1,96										
Agitateurs	1	1,1	0,6	0,7	1,83	0,8	1,38	1	1,96										
Agitateurs verts	1	0,55		0,5	0,55	0,8	0,41	1	0,83	0,7	3,087	0,9	22,47	0,8	29,28				
Agitateurs verts	1	0,55		0,5	0,55	0,8	0,41	1	0,83										
Agitateurs verts	1	0,55		0,5	0,55	0,8	0,41	1	0,83										
Agitateurs verts	1	0,55		0,5	0,55	0,8	0,41	1	0,83										
Agitateurs verts	1	0,55		0,5	0,55	0,8	0,41	1	0,83										
Agitateurs jaunes	1	0,37		0,5	0,37	0,8	0,28	1	0,56	0,7	2,25	0,9	22,47	0,8	29,28				
Agitateurs jaunes	1	0,37		0,5	0,37	0,8	0,28	1	0,56										
	1	1,1	0,7	0,7	1,57	0,8	1,18	1	1,68	1	1,68	0,7	2,25	0,9	29,28				
	1	0,55		0,77	0,55	0,8	0,41	1	0,54										
	1	0,55		0,77	0,55	0,8	0,41	1	0,54										
	1	0,55		0,77	0,55	0,8	0,41	1	0,54										
	1	0,55		0,77	0,55	0,8	0,41	1	0,54										
	1	0,55		0,77	0,55	0,8	0,41	1	0,54										
	1	0,55		0,77	0,55	0,8	0,41	1	0,54										

Pompes doseuses	1	0,06		0,6	0,06	0,8	0,05	1	0,08	0,7	0,32	0,8	3,83						
	1	0,06		0,6	0,06	0,8	0,05	1	0,08										
	1	0,06		0,6	0,06	0,8	0,05	1	0,08										
	1	0,06		0,6	0,06	0,8	0,05	1	0,08										
	1	0,06		0,6	0,06	0,8	0,05	1	0,08										
	1	0,12	0,85	0,5	0,14	0,8	0,11	1	0,21	0,8	0,54								
	1	0,18		0,85	0,18	0,8	0,14	1	0,16										
	1	0,18		0,85	0,18	0,8	0,14	1	0,16										
	1	0,09		0,96	0,09	0,8	0,07	1	0,07										
	1	0,09		0,96	0,09	0,8	0,07	1	0,07										

Il y'a des démarreurs Altistart dans la centrale qui réduisent la puissance au démarrage des moteurs à 1,3 fois au lieu de 4 à 8 fois leurs puissance nominal.

On va calculer la puissance de démarrage avec la puissance du moteur le plus puissant.

$$P_{fd} = P_f - P_{fM} + (P_{fM} * 1.3) \quad (1.1)$$

$$P_{fd} = 291 \text{ kVA}$$

$$S_{uc} = P_{fd} * 1.2 \quad (1.1)$$

$$S_{uc} = 349.2 \text{ kVA}$$

P_{fd} : La puissance foisonnée totale au demarrage

P_f : La puissance foisonnée totale du bilan de puissance

P_{fM} : La puissance foisonnée du plus puissant moteur

S_{uc} : La puissance apparente utile de la station de candy

I.2 BILAN DE PUISSANCE DE L'UNITE DYWIDAG

L'unité de DYWIDAG est la plus grande unité de traitement de Paspanga. Elle est desservie par un transformateur de 630 KVA.

Pour le son bilan de puissance nous avons suivis la même procédure comme pour celui de CANDY (voir Annexe1 et Annexe 2).

Il y'a des démarreurs Altistart dans la centrale qui réduisent la puissance au démarrage des moteurs à 1,3 fois leurs puissance nominale au lieu de 4 à 8 fois généralement.

On va calculer la puissance de démarrage avec la puissance du moteur le plus puissant.

$$P_{fd} = P_f - P_{fM} + (P_{fM} * 1,3) \quad (2.1)$$

$$P_{fd} = 380,28 \text{ kVA}$$

$$S_{ud} = P_{fd} * 1,2 \quad (3.2)$$

$$S_{ud} = 456,336 \text{ kVA}$$

S_{ud} : La puissance apparente utile de la station de DYWIDAG

I.3 BILAN DE PUISSANCE DE LA STATION DE REFOULEMENT

La station de refoulement assure la distribution de l'eau traitée depuis le château vers les différentes zones de consommations. Cette station est alimentée par un transformateur MT/BT de 400 kVA.

Le tableau 3 ci-dessous fait la synthèse de tous les équipements de la station de traitement de l'unité de Refoulement RF. Nous avons déterminé la puissance réelle consommée par cette station en prenant en compte les coefficients de corrections respectives K_u , K_s et K_e mais pas le démarrage des moteurs.

Tableau 2: BILAN DE REFOULEMENT (RF)

RF														
Equipements	Nmbre	U (V)	Pu (W)	η	cosphi	Pa (kW)	K_u	Pmax (kW)	KS1	S1 (kVA)	KS2	Pf (kVA)	K_e	Ptr (kVA)
Pompes	1		75	0,9	0,86	83,33	0,5	41,67	1	48,45	0,9	88,16	1,2	105,79
Pompes	1		75	0,9	0,86	83,33	0,5	41,67	1	48,45				
Lampes	8	230	0,72	0,8	0,85	0,9	1	0,9	1	1,059				

Il y'a des démarreurs Altistart dans la centrale qui réduisent la puissance au démarrage des moteurs à 1.3 fois leurs puissance nominale au lieu de 4 à 8 fois généralement.

On va calculer la puissance de démarrage avec la puissance du moteur le plus puissant.

$$P_{fd} = P_f - P_{fM} + (P_{fM} * 1.3) \quad (4.1)$$

$$P_{fd} = 101.24 \text{ kVA}$$

$$S_{ur} = P_{fd} * 1.2 \quad (5.2)$$

$$S_{ur} = 121.5 \text{ kVA}$$

Après avoir parcouru toute la station de Paspanga pour relever les équipements et leurs

puissances. Nous avons pu déterminer avec précision la puissance d'utilisation en régime de fonctionnement normal en tenant pas compte des démarrages des moteurs dans toute la station qui est de :

$$S_{ut} = S_{uc} + S_{ud} + S_{ur} \quad (2.1)$$

$$S_{ut} = 927,036kVA$$

S_{ut} : La puissance totale utilisée dans la station

II. DIMENSIONNEMENT DU GROUPE ELECTROGENE DE SECOURS

II.1 PRINCIPE DE FONCTIONNEMENT DU GROUPE ELECTROGENE DE SECOURS

a) Généralités

Un groupe électrogène est un appareil qui permet de produire de l'électricité. Les groupes électrogènes sont généralement constitués d'un moteur thermique entraînant un alternateur et un coffret de commande. Ils comportent une plaque signalétique sur leur châssis sur laquelle leurs caractéristiques sont d'écrites.

La puissance d'un groupe électrogène s'exprime en kVA (kilo volt Ampère).

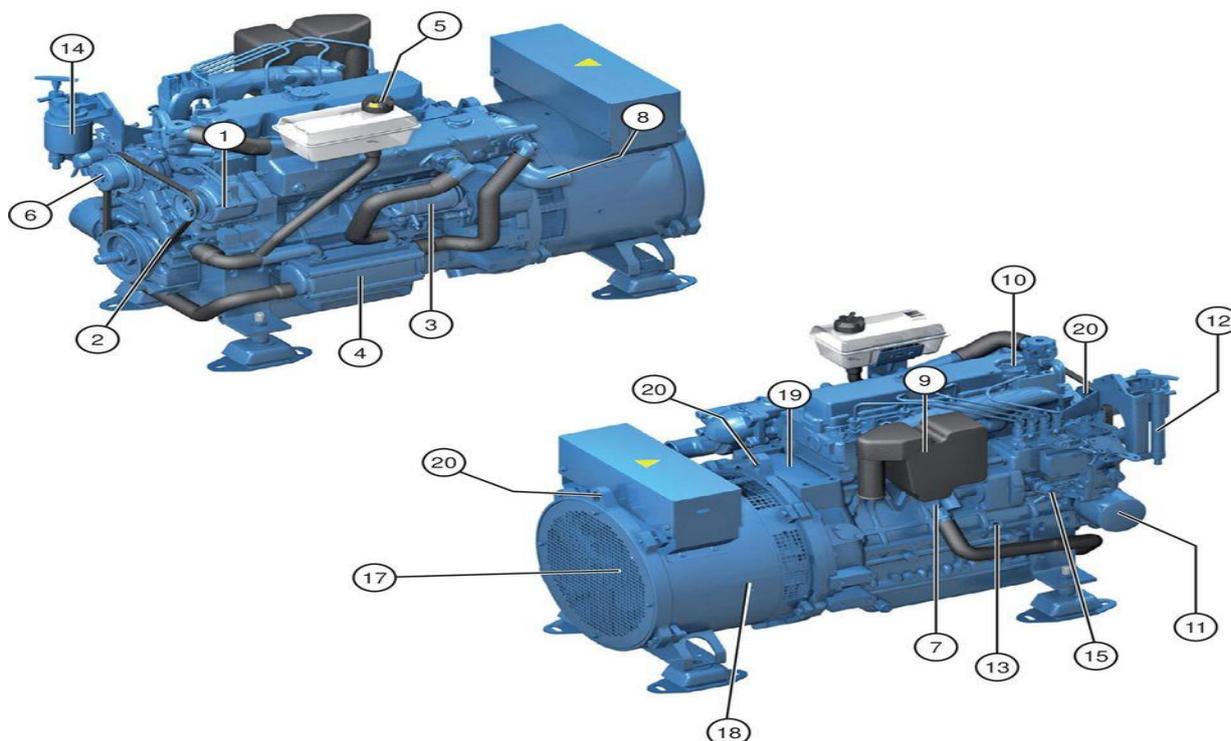
b) Les principaux éléments qui constituent un groupe électrogène sont :

Présentation

Principaux organes du groupe électrogène (QMS16M-QMS21T)

Certains équipements peuvent ne pas faire partie de votre groupe électrogène.

- | | |
|--|---|
| 1. Alternateur moteur | 11. Filtre à huile |
| 2. Courroie de l'alternateur moteur | 12. Pompe vidange d'huile (option) |
| 3. Démarreur | 13. Jauge d'huile |
| 4. Échangeur de chaleur | 14. Filtre à gasoil |
| 5. Orifice de remplissage liquide de refroidissement | 15. Pompe alimentation carburant |
| 6. Pompe de liquide de refroidissement | 16. Supports |
| 7. Pompe à eau de mer | 17. Génératrice |
| 8. Coude d'échappement | 18. Plaque signalétique de la génératrice |
| 9. Filtre à air | 19. Plaque signalétique du moteur |
| 10. Orifice de remplissage d'huile | 20. Anneaux de levage du groupe |



8

Les groupes électrogènes sont utilisés pour fournir de l'énergie dans les 3 conditions suivantes :

- Fournir de **l'énergie de base** dans les centrales électriques ;
- Fournir de **l'énergie de secours**, lorsque l'énergie de base vient à manquer à la suite d'un sinistre ou d'une coupure du fournisseur d'électricité ;

Une autre technique moins utilisée en Afrique mais très intéressante dans la mesure où la législation le permet :

- Fournir de **l'énergie de remplacement** lorsque l'énergie de base est trop onéreuse, et, si possible, améliorer la rentabilité du groupe en récupérant, dans de bonnes conditions, l'énergie thermique perdue.

Les différents services :

- Service Secours Standby : le nombre d'heures fonctionnement nominal est comprise entre 50 heures / an et 200 h / an et le facteur de charge doit - être de 70%.

- Service Standby : Le fonctionnement continu ne doit pas dépasser 300 heures et le nombre d'heure de fonctionnement maximale doit être de 500 heures / an. La puissance nominale standby est la puissance nominale prime + 10% Le facteur de charge maximum est de 70% de la valeur Standby
- Service Prime : pas d'heure limite de fonctionnement, mais le facteur de charge ne doit pas excéder 70% à 80% de la puissance prime sur une période de 24 Heures. Sur une période de 12H une surcharge de 10% est autorisée et ces surcharges ne doivent pas aller au-delà de 25 heures /an.
- Service continu

Fonctionne à 100% de la puissance nominale en service continu peu importe le temps de fonctionnement.

Ce service concerne les groupes de base d'une centrale électrique.

Mais il est à noter que si on doit choisir un type de service pour un groupe de secours qui doit secourir une installation électrique qui peut faire plus de 10 heures sans être alimentée par son réseau de distribution il est préférable de choisir un service Prime ou Continu.

Un moteur diesel ne doit pas fonctionner à une puissance inférieure à 50% durant quelques dizaines d'heures, sinon il y'aura accumulation de l'huile dans les collecteurs d'échappement, entre les segments et dans le turbo à cause de la basse Température d'échappement (Inférieure à 250 °C) qui ne permet pas à l'huile de brûler dans les cylindres.

Donc dans ce genre de cas la solution qu'on doit adopter est d'ajouter des résistances électriques de charge ou pour des puissances importantes, fractionnement de la puissance en groupes plus petits.

Par contre, si le fonctionnement en sous – charge n'a pas été trop long, mais que les signes sont déjà présents (Huile sortant du turbo à l'échappement, fumée, ...), une mise en charge de 100% durant quelques heures permet de remettre le groupe en bon état.

c) Mise en service et hors service du moteur

L'équipement de contrôle-commande du groupe électrogène doit assurer la mise en service et hors service du groupe comme suit

La mise en service du moteur qui est utilisé comme source de secours, le système de démarrage doit être totalement fiable et permettre un démarrage à coup sûr du moteur. Le système de démarrage d'un groupe électrogène peut être soit pneumatique ou électrique.

Certain cas nécessite l'installation des deux systèmes de démarrage, pour des raisons de sécurité. Les types de démarreurs peuvent être identiques ou non. L'automatisme de commande détermine le démarreur prioritaire et, en cas de non démarrage par le système prioritaire, celui-ci sera géré par le système de secours. L'automatisme prévoit généralement trois tentatives de démarrage par système installé et chaque tentative dure environ 5 s avec un temps d'attente de 5 s avant une autre tentative.

Avant de mettre un groupe électrogène hors service, il faut réduire son débit à zéro en transférant la charge sur d'autres sources ensuite ouvrir le disjoncteur. Pour lui permettre un arrêt sans danger, le groupe devra tourner quelques minutes à vide pour se refroidir avant son arrêt.

d) Couplage des groupes

Pour faire une mise en parallèle de groupes peu importe le type d'application, source de production, de remplacement, ou de sécurité. Il faut rigoureusement gérer le couplage en apportant un complément des fonctions de contrôle. En alimentant une même charge par des groupes en parallèles il est obligatoire de bien équilibrer la répartition des charges et de synchroniser les tensions et les fréquences des groupes.

Ce travail fait par la régulation thermique et d'excitation de chaque groupe. Le couplage doit être effectué après avoir eu des valeurs correctes lors du contrôle des paramètres de tension et de fréquence.

II.1 CHOIX DU GROUPE

Après avoir réalisé le bilan de puissance de toute la station tout en tenant compte des démarrages des moteurs et de l'impact de ses démarrages sur le groupe, il en résulte une puissance d'utilisation de 927.036 kVA. Notre groupe devra avoir une puissance $S_g > S_u$ de la station donc nous choisirons dans les gammes de puissance normalisée, celle qui est directement supérieure à la puissance de l'installation.

La puissance ainsi obtenue est la puissance que doit avoir le groupe électrogène lors de son fonctionnement en régime nominal et elle devrait représenter 75% de la puissance totale du groupe ; pour se faire nous allons étendre la puissance obtenue en le divisant par 0,75 pour respecter cette consigne du constructeur afin d'avoir un fonctionnement adapté. Après un certain nombre d'heures de fonctionnement, le groupe s'échauffe et cette hausse de température diminue aussi la productivité du groupe mais dans notre cas cela ne sera pas nécessaire vu que le groupe sera utilisé que en cas de délestages.

$$S_g = \frac{S_u}{0.75} \quad (3.1)$$

$$S_g = 1\,236,048 \text{ kVA}$$

Pour le choix de notre Groupe électrogène c'est la puissance d'utilisation qui nous permettra faire ce choix qui est de **1236.048 kVA**.

II.2 DIMENSIONNEMENT DES CABLES

▪ Nature des conducteurs

Pour raccorder nos équipements, nous allons utiliser des conducteurs en cuivre, protégés par un isolant de type polyéthylène réticulé (PR) qui est un isolant dont la température de limite est de 90°C. Il est donc capable de supporter la température ambiante et aussi des réchauffements quel que soit son mode de pose.

▪ Courant d'emploi

C'est le courant correspondant à la puissance d'utilisation, laquelle tient compte des coefficients de simultanéité et d'utilisation, respectivement k_s et k_u

- **Facteur K**

Le facteur K est le produit de tous les facteurs, il permet de calculer le courant admissible fictif pour le choix de la section des conducteurs.

- **Courant admissible fictif**

C'est le courant maximal que le câble peut véhiculer en permanence sans risque d'échauffement ni de claquage sur sa durée de vie. Ce courant dépend, pour une section donnée, des paramètres énumérés plus haut.

I_z correspond à la valeur normalisée du courant d'emploi.

II.2.1 SECTION DES CABLES PAR UNITE

Pour avoir un meilleur raccordement entre le groupe électrogène et les coffrets inverseurs, nous allons choisir la section des câbles judicieusement pour avoir des chutes de tension qui ne dépassent pas 5% dans notre cas.

II.2.1.1 Détermination des facteurs de correction

Pour le choix des facteurs de correction

Nous optons pour que les câbles soient en enterrée alors les facteurs de correction correspondants sont K_4 , K_5 , K_6 , K_7

K_4 : facteurs de correction qui dépendant du mode de pose

K_5 : facteurs de correction qui dépendant de l'influence mutuelle des circuits

K_7 : facteurs de correction qui dépendant de la température

K_6 : facteurs de correction qui dépendant de la nature du sol.

Nous avons décidé de choisir des câbles avec une isolation en polyéthylène réticulé (PR) et avec une température ambiante de 40°C.

Facteur K

Le facteur K est le produit de tous les facteurs et cela nous donne :

$$K = K_4 * K_5 * K_6 * K_7 \quad (4.1)$$

$$K = 0.8 * 0.7 * 1 * 0.85$$

$$K = 0.476$$

II.2.1.2 Section des câbles GE- coffret CANDY

- ✓ **Détermination du courant nominal I_b**

$$I_b = \frac{Suc}{U \cdot \sqrt{3}} \quad (5.1)$$

$$I_b = 504.02 \text{ A}$$

$I_b = I_z$ Car on va utiliser des disjoncteurs pour la protection.

✓ **Calculons I'_z théorique :**

$$I'_z = \frac{I_z}{0.476}$$

$$I'_z = 1058.86 \text{ A}$$

Vus la quantité importante du courant à véhiculer, les sections câbles qu'il nous faut directement sont rare sur le marché et ils sont compliqués à installer. Donc nous allons fixer la section de nos câbles à 240 mm^2 et on divisera l'intensité entre trois conducteurs triphasés.

✓ **Calcul de la chute de tension**

Triphasé équilibré : trois (avec ou sans neutre)

$$\Delta U = \sqrt{3} * I_b * (R * \frac{L}{S} * \cos\varphi + XL * \sin\varphi) \quad (6.1)$$

$$\Delta U\% = \frac{\Delta U * 100}{U_n} \quad (6.2)$$

ΔU : Chute de tension V ou en %

U_n : tension nominale V

I_b : Courant d'emploi en A

L : longueur du conducteur en km

S : section du conducteur en mm^2

R : Résistivité du conducteur en $\Omega \cdot \text{mm}^2/\text{km}$

Cuivre : $22.5 \Omega \cdot \text{mm}^2/\text{km}$

$\cos\varphi = 0.8$ et $\sin\varphi = 0.6$

X : Réactance d'un conducteur Ω/km

Elle est négligeable pour des sections inférieures à 50 mm^2

En l'absence d'autre indication, on prend $0.08 \Omega/\text{km}$

$$\Delta U = 9,690 \text{ V}$$

Nous avons une tension de 400V

$$\Delta U\% = \frac{9,690 * 100}{400}$$

$$\Delta U\% = 2.42\%$$

✓ **Calcul du courant de court-circuit**

$$R_L = \rho * \frac{L}{S} \quad (7.1)$$

$$R_L = 22.5 * \frac{0.02}{240}$$

$$R_L = 1.875m\Omega$$

$$X_L = L * \lambda$$

$$X_L = 1.6m\Omega$$

$$R_T = R_L + R_D$$

$$R_T = 1.875m\Omega$$

$$X_T = X_L + X_D$$

$$X_T = 1.75m\Omega$$

$$Z_T = \sqrt{R_T^2 + X_T^2} \quad (7.2)$$

$$Z_T = 2.56m\Omega$$

$$I_{CC} = \frac{Un}{Z_T * \sqrt{3}} \quad (7.3)$$

$$I_{CC} = 90.21kA$$

II.2.1.3 Section des câbles GE- coffret DYWIDAG

Nous avons fait la même chose comme pour CANDY et on a obtenue comme résultat.

✓ **Détermination du courant nominal Ib**

$$I_b = 658.66 A$$

$I_b = I_Z$ Car on utilisera des disjoncteurs pour la protection.

✓ **Calculons I'_Z théorique :**

$$I'_Z = 1383.74 A$$

Vus la quantité importante du courant à véhiculer, les sections câbles qu'il nous faut directement sont rare sur le marché et ils sont compliqués à installer. Donc nous allons fixer la section de nos câbles à 240mm^2 et on divisera l'intensité entre trois conducteurs triphasés.

✓ **Calcul de la chute de tension**

$$\Delta U = 12.66V$$

Nous avons une tension de 400V

$$\Delta U\% = 3.16\%$$

✓ **Calcul du courant de court-circuit**

$$I_{CC} = 90.21kA$$

II.2.1.4 Section des câbles GE- coffret Refoulement(RF)

Nous avons fait la même chose comme pour CANDY et on a obtenue comme résultat.

✓ **Détermination du courant nominal I_b**

$$I_b = 175.37 A$$

$I_b = I_Z$ Car on utilisera des disjoncteurs pour la protection.

✓ **Calculons I'_Z théorique :**

$$I'_Z = 368.42 A$$

Notre $I'_Z = 395 A$ avec une section de câble de 150mm^2 .

✓ **Calcul de la chute de tension**

Triphasé équilibré : trois (avec ou sans neutre)

$$\Delta U = 2.43 V$$

Nous avons une tension de 400V

$$\Delta U\% = 0.608\%$$

✓ **Calcul du courant de court-circuit**

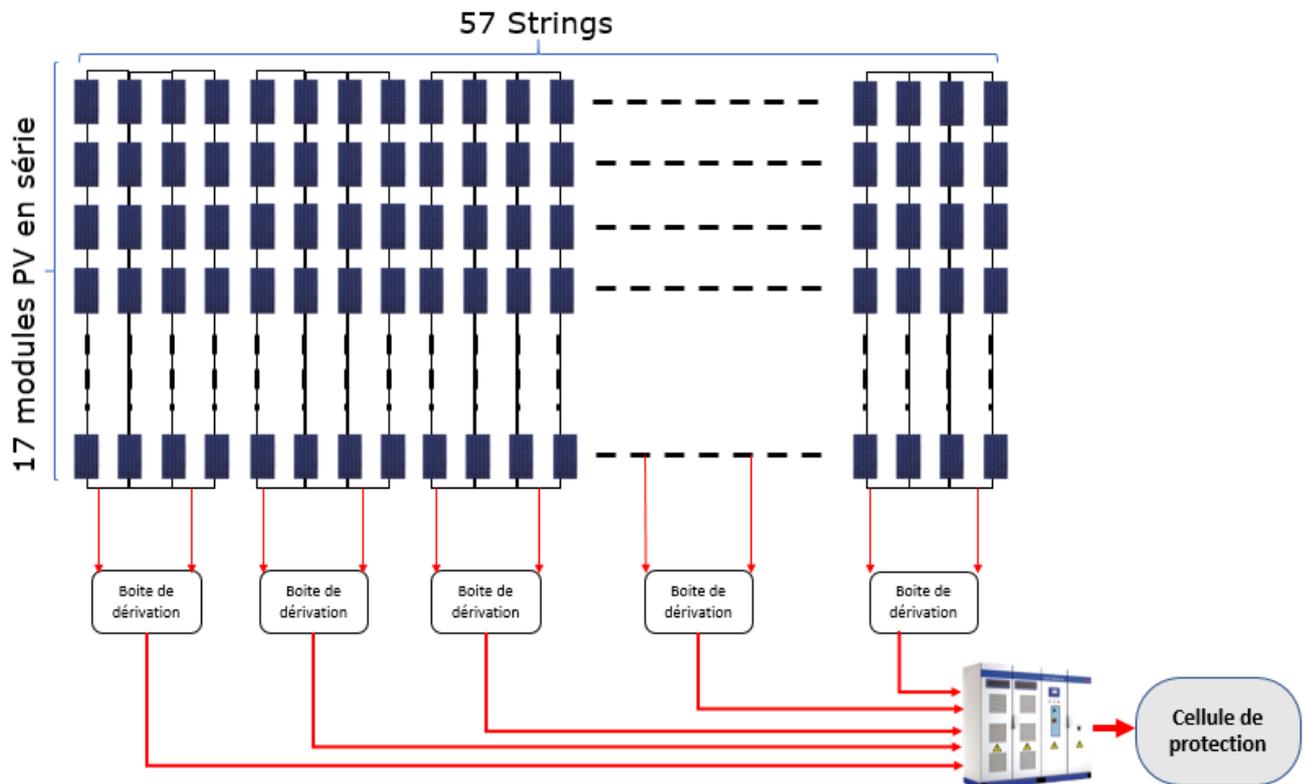
$$I_{CC} = 66.55kA$$

En résumé les sections choisies sont les suivantes 240mm^2 pour CANDY ET DYWIDAG et 150mm^2 pour RF

III. CHAMP PHOTOVOLTAÏQUE

IV.1 DIMENSIONNEMENT DU SYSTEME PHOTOVOLTAÏQUE POUR LE SECOURS

Présentation d'un sous champ



Notre dimensionnement doit satisfaire la demande globale de la station qui fait 927.036 kVA. Donc pour plus de sécurité nous allons dimensionner notre champ en fonction d'une puissance de 1000 kWc. Pour cela vu que nous sommes dans une station de pompage et de traitement d'eau nous allons faire de telles sortes que la centrale photovoltaïque soit ergonomique et conviviale. Nous avons choisi de répartir le champ à 4 sous champs de 250 kWc ce qui donne les 1000 kWc. Alors le dimensionnement revient à dimensionner un seul sous champ de 250 kWc.

Le dimensionnement de tout champ photovoltaïque repose principalement sur le module photovoltaïque qui produit le courant et l'onduleur qui le transforme pour alimenter le réseau après vient les autres éléments. Donc notre travail commencera par le choix du module et de l'onduleur.

III.1.1 CHOIX DU MODULE PV DE L'ONDULEUR ET DE

On commence par choisir un module et un onduleur supposé pouvoir faire notre travail puis on vérifie les conditions d'entrées pour voir si le choix est bon. Si les conditions d'entrées sont bonnes on continue avec le même onduleur et le même module pour le dimensionnement. Dans le cas contraire on choisira soit un autre onduleur soit un autre module pour que les conditions à l'entrée soient respectées avant de continuer le dimensionnement.

TECHNOLOGIE DES MODULES

- Pour les modules photovoltaïques il existe différents types de modules qui n'ont pas les mêmes propriétés.

Cellules monocristallins : Ces cellules sont issues d'un bloc de Silicium cristallisé en un seul cristal. Leurs méthodes de production sont complexes et coûteuses, ce qui rend le coût d'acquisition élevé. Ils sont généralement utilisés pour n'importe quelle taille avec un rendement élevé (14 à 20%). La surface occupée est comprise entre 7-9 m²/kWc

Cellules poly-cristallins : Ces cellules sont à base de Silicium cristallisé en des cristaux multiples. Le coût de production est **moins élevé** et leurs **rendements varient de 11 à 15%**. Ces modules sont mieux adaptés aux sites où les températures sont élevées. La surface occupée est comprise entre 9-11 m²/kWc.

Cellules amorphes : Elles sont produites à partir d'un gaz de silicium projeté sur du verre, du plastique souple ou du métal par un procédé de vaporisation sous vide.

Elles sont quant à elles moins **coûteuses**, avec un faible **rendement variant entre 7 à 9%**.

III.1.1.1 CHOIX DU TYPE DE MODULE

Alors nous allons opter pour le **Poly-crystallin**, par ce que comparativement aux autres il est plus rentable pour nous dans notre cas.

Elle est aussi la plus maîtrisée, la maintenance et l'exploitation ne coûteront pas trop chères.

Son coût d'investissement est moins élevé et les pertes de puissance au-delà de 25°C sont moins élevées.

Nous choisissons **les modules de Renesola : JC260M-24/Bzh voir (annexe 7)**

III.1.1.2 CHOIX DE L'ONDULEUR

- Nous avons choisi l'onduleur de paramètres résumés ci-dessous (voir annexe 11).

Tableau 3 : Caractéristique de l'onduleur

Onduleur Sunny Central 250 HE						
Entrée DC				Sortie AC		
Puissance PV Max (kWc)	Plage MPPT Tension Max (V)	Tension input max (V)	courant entré max (A)	Puissance nominale AC (kW)	Tension nominale AC (V)	Rendement (%)
250	450-820	880	591	250	400	97.5

Tableau 4 : vérification des conditions à l'entrée d'un string

1 ^{ère} condition	2 ^{ème} condition	3 ^{ème} condition	4 ^{ème} condition
$V_{mpp} \times N_{mod/st} \geq V_{DCmin}$ La tension maximale admise à $V_{DCmax} = 450 \text{ V}$	$V_{oc} \times N_{mod/st} \leq V_{DCmax}$ La tension maximale admise à $V_{DCmax} = 1000 \text{ V}$	Le courant de court-circuit des champs $I_{sc} \leq I_{DCmax}$ Le courant maximale admise $I_{DCmax} = 591 \text{ A}$	$P_r = \frac{\text{Puissance DC onduleur}}{\text{Puissance du sous - champ}}$
$17 \times 34.8 \geq 450$ $591.6 \geq 450$	$44 \times 17 \leq 1000$ $748 \leq 1000$	$I_{sc} = 8.09 \times 57 = 461.13 \text{ A}$ $461.13 \text{ A} \leq 472 \text{ A}$	$P_r = \frac{250}{969 \times 0.260} = 0.99$
$V_{DCmin} < V_{mppt}$	$V_{oc} \times N_{mod/st} \leq V_{DCmax}$	$I_{sc} \leq I_{DCmax}$	$0,9 < P_r < 1,1$

Toutes les conditions de ce tableau ci-dessus sont vérifiées alors nous allons garder ce module et cet onduleur pour le dimensionnement car ces conditions seront les mêmes pour tout le champ

Après le choix du module et de l'onduleur et nous passons maintenant au dimensionnement proprement dit, c'est-à-dire nous allons faire un dimensionnement complet de tous éléments nécessaires au bon fonctionnement de notre système photovoltaïque pour qu'il réponde aux attentes.

Nous avons retenu l'onduleur de 250 kWc après la vérification de rapport de puissance.

- Déterminons le ratio de puissance avec le rendement de l'onduleur

$$r = \frac{\text{puissance onduleur du côté continue}}{\text{puissance crête à installer}} \quad (8.1)$$

$$\text{puissance du coté continu d'onduleur} = \frac{250}{0.966}$$

$$\text{puissance du coté continu d'onduleur} = 258799 \text{ W}$$

$$r = \frac{258799}{250000}$$

$$r = 1.04\%$$

$$0.9 < r < 1.1$$

Cela prouve que nous pouvons utiliser cet onduleur car, dans la réalité, il n'est pas facile d'atteindre les conditions NOCT ou STC.

Le choix du module doit être non seulement technique, mais aussi économique.

La puissance de 260 Wc est choisie pour avoir un chiffre rond de module dans l'objectif d'éviter le sous dimensionnement ou le surdimensionnement du champ.

Configuration d'un sous champ

Puissance crête à installer 250 kW

Puissance crête module 260 Wc

- **Le nombre total de module du champ**

$$N1 = \frac{\text{puissance crête à installer}}{\text{puissance crête module}} \quad (9.1)$$

$$N1 = \frac{1000000}{260}$$

$$N1 = 3846$$

- **Nombre total de module d'un sous champ**

$$N2 = \frac{N1}{4} \quad (9.2)$$

$$N2 = \frac{3846}{4}$$

$$N2 = 961$$

- **Le nombre de module par string**

$$N3 = \frac{\text{tension d'entrée maximale de l'onduleur}}{\text{tension à circuit ouvert du module}} \quad (9.3)$$

$$N3 = \frac{\text{puissance crête à installer}}{\text{puissance crête module}} \quad (9.4)$$

$$N3 = \frac{880}{44}$$

$$N3 = 20$$

- **Le nombre de string de module d'un sous champ**

$$N4 = \frac{N2}{N3} \quad (9.5)$$

$$N4 = \frac{961}{20}$$

$$N4 = 48$$

- **Vérfications :**

La puissance crête installée par sous champ.

$$Pci = 260 \times N3 \times N4 \quad (9.6)$$

$$Pci = 260 \times 20 \times 48$$

$$Pci = 249600 \text{ Wc}$$

- **La tension à circuit ouvert**

L'objectif est de s'assurer que la tension à circuit ouvert de string est inférieure à la tension maximale admissible du module.

$$Uoc_{string} = Voc_{module} \times \text{nombre de module par string} \quad (9.7)$$

$$Uoc_{string} = 44 \times 20$$

$$Uoc_{string} = 880 \text{ V}$$

$$880 = 880$$

$$Uoc_{string} = Vmax_{module}$$

Ce qui n'est pas conseiller Uoc_{string} doit être inférieur à $Vmax_{module}$

$$Uoc_{string} < Vmax_{module}$$

- **Conditions du courant**

Le courant généré par le sous champ doit être inférieur au courant maximum admissible par l'onduleur.

$$I = \text{courant de coucircuit d'un module} \times \text{nombre de string} \quad (9.8)$$

$$I = 8,09 \times 48 = 388.32 \text{ A}$$

$$388.32 < 591$$

$$I < I_{max}$$

▪ **Vérification de ratio de puissance**

$$r = \frac{\text{puissance onduleur du coté continue}}{\text{puissance crête installée}} \quad (8.1)$$

$$\text{puissance du coté continu d'onduleur} = \frac{250}{0.966}$$

$$\text{puissance du coté continu d'onduleur} = 258.799 \text{ kW}$$

$$r = \frac{258799}{20 \times 48 \times 260}$$

$$r = 1.04$$

$$90\% < r < 110\%$$

- **Configuration retenue : la configuration retenue sera celle de PVsyst (le logiciel sur lequel nous avons fait la simulation) qui est la suivante (voir annexe 16).**
 - 17 modules par string
 - 57 string par sous champ
 - 4 sous champs
 - Raccordement 4 de 12 et 1 de 9
- **Observation** : nous avons un excédent d'un module par sous champ, soit 30 modules dans l'ensemble.

IV.2 DIMENSIONNEMENT DES EQUIPEMENTS DE PROTECTION ET LES CANALISATIONS UTILISEES POUR LE TRANSPORT DE L'ENERGIE VERS L'UTILISATION

Nous allons déterminer dans cette partie les équipements de protection et de transport qu'il nous faudra pour le bon fonctionnement du système.

III.2.1 Protection contre les surintensités DC

La protection des modules contre les risques de surintensité est assurée par des fusibles.

Chaque string doit être protégé par un fusible. Le calibre du fusible pour un string est obtenu comme suit :

$$\begin{cases} 1.5 \times I_{sc,(stc)} \leq CAL_{pro}(\text{fusible}) \leq 2 \times I_{sc,(stc)} \\ U_n \geq 1.15 \times V_{oc,(stc)} \end{cases} \quad (10.1)$$

$$V_{oc,(stc)} = 17 * 44 = 748 \text{ V}$$

$$I_{sc,(stc)} = 8.09 \text{ A}$$

$$\begin{cases} 12.135 \text{ A} \leq CAL_{pro}(\text{fusible}) \leq 16.18 \text{ A} \\ U_n = 860.2 \text{ V} \end{cases}$$

Le fusible choisi est un Fusibles photovoltaïques 10 x 38 mm gpv marque **Bussmann** de référence **PV-15A10F** avec $I_n = 15 \text{ A}$ et $U (V) = 1000 \text{ VDC}$. La protection du module aux boitiers de raccordement est importante même si les onduleurs possèdent déjà des fusibles et les boitiers de raccordement que nous utiliserons sont déjà munis de sectionneurs porte-fusibles. (Annexe 10)

III.2.2 Interrupteur-sectionneur

Le Sunny Central 250 HE possèdent une cellule de protection disposant d'un Interrupteur-sectionneur DC actionné par un moteur remplissant la fonction de coupure en charge préalable à tout sectionnement et permettant ainsi d'isoler électriquement le champ PV en cas d'absence de tension sur le réseau ou la mise en œuvre des opérations de maintenance en tout sécurité.

III.2.3 Protection contre les surtensions

Le **Sunny Central 200 HE** possèdent un parafoudre de type I contre les surtensions au niveau du côté DC.

IV.3 DIMENSIONNEMENT DES CABLES ELECTRIQUE ET COFFRET DE RACCORDEMENT

Ce dimensionnement nous permettra d'avoir les sections de câble qu'il nous faudra pour le transport de l'énergie depuis le module jusqu'à l'entrée de l'onduleur. Il permettra aussi de déterminer le type de coffret de raccordement dans laquelle nous allons associer les strings avant l'entrée de l'onduleur.

III.3.1 Les câbles électriques

Dans notre cas ils permettent le transport de l'énergie produite par les modules des sous champs vers l'onduleur puis vers l'utilisation.

III.3.2 La mise à la terre

Elle permet la mise à la terre des masses métalliques, la mise en place du régime du neutre et l'évacuation d'éventuels impacts de la foudre.

Les modules sont câblés en série les uns avec les autres pour former une chaîne afin d'élever la tension au niveau accepté par l'onduleur SW 200. Ces chaînes de panneaux (strings) sont ensuite connectées en parallèle dans un coffret de raccordement (ou box string). De ce coffret, le courant continu est acheminé vers l'onduleur où il est converti en courant alternatif pour alimenter l'installation

Donc on estime que les blocs de modules les plus éloignés sont à une distance max de 50m des coffrets de raccordements.

III.3.3 Calcul de section de câble et choix des équipements de protection

III.3.4 Coté courant continue

III.3.4.1 Section de câble DC

On admet une chute de tension admissible ΔU_{adm} inférieure à 2% de la tension mpp du string.

La chute de tension au niveau du câble est : $\Delta U = 2 \frac{\rho L I}{S}$

- ρ ($\Omega \text{ mm}^2 / \text{m}$) est la résistivité du conducteur (cuivre)
- L (m) est la longueur maximale de conducteur entre le bloc de string et l'onduleur ;
- I (A) est l'intensité de court-circuit d'un bloc de string ;
- S (mm^2) est la section de conducteur.

La section de câble doit respecter la condition suivante : $S > S_c = \frac{2\rho L I}{\Delta U_{adm}}$

Tableau 5: Les sections de câbles en fonction du courant admissible

Câble size (mm^2) Cu	1,5	2,5	4	6	10	16	25	35	50	70	95	120	150	185	240	300
Courant admissible (A)	13	21	28	36	46	61	81	99	125	160	195	220	250	285	340	395

III.3.4.2 Entre un sous champ PV et boîte de raccordement

Le courant maximale admissible qui peut traverser les câbles d'un string au boîtier de raccordement est $I_{sc} = 8.09 \text{ A}$. Le fusible précédemment choisis pour sa protection est de calibre $I_{cal} = 15 \text{ A}$ et doit être inférieur ou égal au courant admissible du câble, donc $I_{adm} > 15 \text{ A}$ alors nous prendrons une section de **2.5 mm^2 qui nous donne un $I_{adm} = 21 \text{ A}$**

III.3.4.3 Vérification de la chute de tension des modules aux boîtiers de raccordement.

$$\Delta V = \frac{2 \times 0.0183 \times 50 \times 8.09}{2.5} = 5.92 \text{ V}$$

$$\Delta V_{admissible} = 2\% * V_{mpp \text{ string}}$$

$$\Delta V_{\text{admissible}} = 0.02 \times 17 \times 34.8 = 11.832 \text{ V}$$

$$\Delta V_{\text{cables}} \leq \Delta V_{\text{admissible}}$$

III.3.4.4 Entre le boîtier de raccordement et l'onduleur 200HE

Le courant maximum qui peut traverser les câbles du boîtier de raccordement à l'onduleur est $I_{\text{max cables 2}} = 12 \times I_{\text{sc}} = 97.08 \text{ A}$ soit admissible = 99 A. Nous choisissons une section de 35 mm^2 et prévoyons une longueur $L = 15 \text{ m}$.

III.3.4.5 Calcul de la chute de tension

$$\Delta V_{\text{cables 2}} = \frac{2 \times 0.0183 \times 15 \times 97.08}{35} = 1.52 \text{ V}$$

$$1.77 \text{ V} \leq 11.832 \text{ V} \quad \Rightarrow \quad \Delta V_{\text{cables}} \leq \Delta V_{\text{admissible}}$$

III.3.4.6 Justification du choix des sections de câble

Avec une section de 2.5 mm^2 (sous champs au boîtier) et 35 mm^2 (boîtiers à l'onduleur) la chute de tension total des câbles est :

$$\Delta V_{\text{cables total}} = 5.92 + 1.52 = 7.44 \text{ V}$$

$$7.44 \text{ V} \leq 13.82 \text{ V} \quad \Rightarrow \quad \Delta V_{\text{total}} \leq \Delta V_{\text{admissible}}$$

III.3.4.7 Choix des câbles

Pour les câbles entre les modules et les boîtiers de raccordement nous retenons une section de 2.5 mm^2 et nous avons choisis les **câbles du fabricant SILEC ZZ-F 0,6/1Kv de 2.5 mm^2** .

Pour les câbles entre les boîtiers et l'onduleur on a une section de 35 mm^2 et nous avons choisis ici aussi les **câbles du fabricant SILEC ZZ-F 0,6/1Kv de 35 mm^2** . (Annexe 8)

IV.4 DIMENSIONNEMENTS ET CHOIX DES BOITES DE JONCTIONS

Un sous champs est composé de 57 strings, nous utiliserons les boites de jonction pouvant connecter un maximum de 16 strings. Nous aurons besoins de **quatre** boites de jonction pour un raccordement de 12 strings chacun et une seule boite de raccordement pour 9 string. Donc il nous faut des boîtiers à plusieurs entrées DC qui doit respecterons les conditions suivantes :

$$\left\{ \begin{array}{l} U_{\text{boîtier}} \geq U_{\text{string}} \\ I_{\text{sotrie boîtier}} \geq I_{\text{sc}} \times \text{Nombre}_{\text{string}} \\ \text{Nombre entrées}_{\text{string}} \geq \text{Nombre}_{\text{string}} \text{ à racordés} \end{array} \right. \quad (11.1)$$

$$\left\{ \begin{array}{l} U_{\text{boîtier}} \geq 748 \text{ V} \\ I_{\text{sotrie boîtier}} \geq 97.08 \text{ A} \\ \text{Nombre entrées}_{\text{string}} \geq 12 \end{array} \right.$$

Nous choisissons alors le boîtier de raccordement **Sunny String Monitor-Cabinet (SSM-C) (SSM-C 16 entrée)** de 16 entrées DC à fusible de protection ultra rapide (gPV), de chez SMA. Ces caractéristiques principales sont présentes dans (Annexe12).

Supposons que l'onduleur est placé à l'ouest et à 4 m de du 11ème bloc (bloc du milieu), les blocs les plus éloignés sont à 50m et plus on s'approche de l'onduleur c'est-à-dire du bloc du milieu qui est à 4m de l'onduleur les distances diminuent progressivement. Les différentes longueurs sont résumées :

Tableau 6 : Longueurs des câbles

Longueur de câble DC (Lx2)	
n° bloc	Longueur de câble par bloc (m)
1	68.4
2	63.8
3	59.2
4	54.6
5	50
6	45.4
7	40.8
8	36.2
9	31.6
10	27
11	22.4
12	17.8
13	13.2
14	8.6
15	4
16	8.6
17	13.2
18	17.8
19	22.4
20	27
21	31.6
22	36.2
23	40.8
24	45.4
25	50
26	54.6
27	59.2
28	63.8
29	68.4
Longueur totale pour un sous champ	1082

La longueur totale de câble pour tout le champ : **4328 m pour les câbles entre les modules jusqu'aux boîtes de raccordements et 300 m pour les câbles de connexion des boîtes de raccordements aux entrées des 4 onduleurs disposants chacun 5 entrées.**

La longueur totale de câble DC nécessaire pour tout le champ : 4328 m pour une section 2.5mm² et 300 m pour une de 35mm².

III.4.1 COTE BASSE TENSION

III.4.1.1 Conditions d'installation

Tension d'alimentation entre phases : 400 V Alternatif triphasé 50Hz

Source : onduleur de 200 kW ; facteur de puissance 0.99

Pose : Directement dans le sol.

Température du sol : 35°C.

Pose jointive : 4 câbles BT côte à côte.

Résistivité thermique du sol : 150°C/W

Profondeur de pose : 0,8m

Type de câble choisi Câble multipolaire aluminium : 3 âmes

Nature de l'isolation : PRC

Durée d'élimination du court-circuit : 0,5 s (Disjoncteur)

La protection contre le court-circuit sera par disjoncteur.

Le Dispositif de protection sera placé à l'origine de l'installation.

Schéma du principe de l'installation moyenne tension

III.4.1.2 CALCUL DE L'INTENSITE A VEHICULER EN REGIME NORMAL

$$I = \frac{P(kw)}{0.4x\sqrt{3} x \cos\varphi} \quad (12.1)$$

$$I = \frac{250}{0.4x\sqrt{3} x 0,99}$$

$$I = 364.49 A$$

III.4.1.3 CALCUL DE LA SECTION RELATIVE A L'INTENSITE ADMISSIBLE

Type d'isolant : Polyéthylène réticulé (PR)

Mode de pose : câbles enterrés avec protection mécanique complémentaire ;

La méthode de référence est donc : 63D et $f1 = 1$

Température du sol : 30°C ; $f2 = 0,89$

Type de sol : terrain sec ; $f_3 = 0.86$

Nombre de circuit : câbles enterrés avec 3 autres conduits à 0,25m l'un de l'autre $f_4 = 0,87$

Profondeur de pose : 1 m ;

Résistivité du sol : 150°C/W ; $f_5 = 0,86$

Le facteur de correction général nous donne alors : $fg = f_1 \times f_2 \times f_3 \times f_4$

Et le calcul nous donne alors : $fg = 1 \times 0,89 \times 0.86 \times 0.87 \times 0,86$; ce qui nous donne :

$$fg = 0,57$$

$$Iz = \frac{I}{f}$$

$$Iz = \frac{364.49}{0.57}$$

$$Iz = 639.46 \text{ A}$$

D'après le tableau du choix des câbles Silec que nous avons mis en Annexe ceci correspond à une section de : $3 \times 240 \text{ mm}^2$ **TRISIPRELEC Armé du fabricant SILEC CABLES voir (annexe 13)**

III.4.1.4 VERIFICATION DE LA CHUTE DE TENSION

La longueur maximale quittant les onduleurs (sortie du transformateur intégrés) vers la cellule de raccordement (TGBT) est 100 m ; donc la chute de tension sera calculée grâce à la **relation** suivante :

$$\Delta V(\%) = \frac{P \times L \times 100}{k_p \times U^2 \times S}$$

Où :

- U : Tension entre phases (V)
- I : Courant de phase (A)
- k_p : Facteur d'impédance variant en fonction de la section
- S : Section du conducteur (mm^2)
- P : Puissance transitée (W)
- L : longueur du câble (mm)

Tableau 7: Les facteurs d'impédance en fonction de la session

Section (mm^2)	10	16	25	50	95	150	185	240	300
K_p	47	44	41	37	33	30	29	29	28

$$\Delta U = \frac{250 \times 100000 \times 100}{29 \times (400)^2 \times 240}$$

$$\Delta U = 2.24\%$$

Pour les câbles qui relient l'onduleur au TGBT nous aurons besoins de 3*400m de câble 240 mm² **TRISIPRELEC Armé du fabricant SILEC CABLES voir (annexe 13).**

III.4.1.5 PUISSANCE SORTIE ONDULEUR :

Donc la puissance maximale de sortie de l'onduleur est : $P_e = \frac{P_s}{\eta}$ (13.1)

$$P_s = P_e \times \eta = 250000 \times 0,966 = \mathbf{241500 \text{ W}}$$

III.4.1.6 PART D'UN SOUS CHAMP PV SUR LE BESOIN TOTAL :

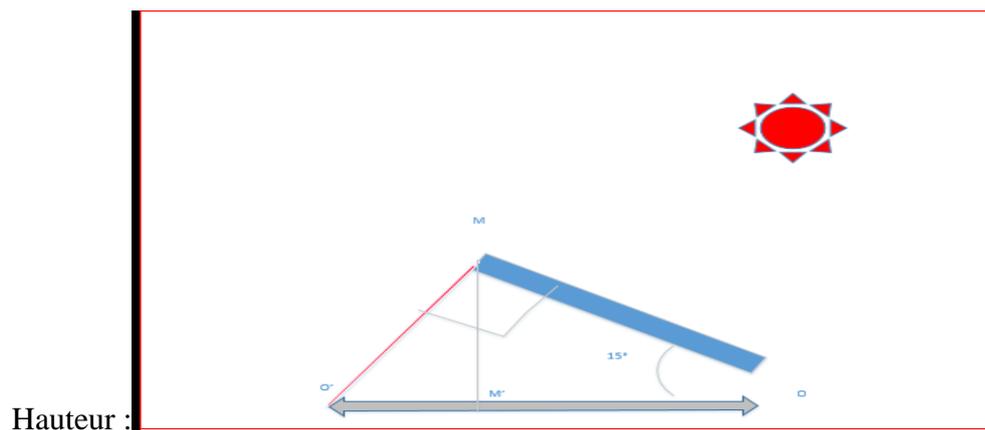
$$Part_{sc} = \frac{\text{puissance injectée par l'onduleur}}{\text{puissance totale des recepteurs du batiment}} = \frac{241500}{1000000} = 24.15\% \quad (14.1)$$

Part du champ PV sur le besoin total :

$$Part \text{ PV} = Part_{sc} * 4$$

$$Part \text{ PV} = 24.15 * 4 = 96.6\%$$

IV.5 Calcul de la surface qu'il faut pour réalisation du champ PV



La hauteur MM' représente la différence entre poteau arrière et celui d'avant

Calculons la surface occupée par le champ

III.5.1 Déterminons la distance entre deux blocs de string

$$O'O = \frac{L \cdot \sin(180 - \alpha - \beta)}{\sin \beta} \quad (15.1)$$

$$\beta = 90 + (\pm 23.45)$$

La position du soleil la plus basse possible côté Sud est le 21 décembre, ce qui correspond à une déclinaison -23.45°

Donc

$$\beta = 90 - 23.45$$

$$\beta = 66.55$$

Sachant que l'inclinaison est 15° Sud alors $\alpha = 15^\circ$ et $L = MO$

$$MO = 1.675 * 2 = 3.35m$$

$$O'O = \frac{3.35 * \sin(180 - 15 - 66.55)}{\sin 66.55}$$

$$O'O = 3.61m$$

$$M'O = MO * \cos(15^\circ)$$

$$M'O = 3.35 * \cos(15^\circ)$$

$M'O = l = 3.23m$ La largeur d'un bloc de string

La longueur d'un bloc de string fait $Lst = 1.001 * 17 = 17.017m$

Nous allons observer 1m entre deux blocs côté largeur

III.5.2 Donc la surface d'un sous champ vaut

$$Ssc = O'O * (Lst + 1) * 29 \quad (16.1)$$

$$Ssc = 3.61 * (17.017 + 1) * 29$$

$$Ssc = 1886.2 m^2$$

III.5.3 La surface totale qu'il faut pour l'implantation de tout champ PV

$$S = 4 * Ssc$$

$$S = 7545m^2$$

PARTIE 3 : ETUDE FINANCIERE

Cette partie est très capitale dans la prise de décision dans un projet de conception car c'est à travers ces analyses qu'on pourra déterminer si le projet mérite d'être réalisé.

Dans un premier nous allons faire une étude détaillée qui déterminera le coût de la réalisation de notre projet et par la suite vient une étude impact environnemental et social qui nous permettra de déterminer les impacts positifs et négatifs du projet.

I. Coût de réalisation

Le coût de réalisation est la somme des coûts des équipements, des coûts de la main d'œuvre et du coût des autres charges.

II. Coût des équipements pour le groupe électrogène

C'est le coût du groupe électrogène, des équipements de protections, de raccordement, des fils conducteurs, pour les coffrets de commande et tout autre équipement nécessaire pour sa réalisation.

Tableau 8 : Bilan financier approximatif pour le groupe électrogène

Equipement	Prix unitaire Fcfa	Nombres	Prix globale Fcfa
Groupe électrogène	200 000 000	1	200 000 000
Câbles 150mm ²	12 000	60	720 000
Câbles 240mm ²	18 000	360	6 480 000
Coût approximatif			207 200 000
Main d'œuvre et Autres charges	307 200 000	0,1	20 720 000
Coût Total			227 920 000

III. Coût des équipements pour le champ photovoltaïque

C'est le coût des modules, des onduleurs, des équipements de protections, de raccordement, des fils conducteurs, pour les coffrets de commande et tout autre équipement nécessaire pour sa réalisation.

Tableau 9 : Bilan financier estimatif pour le champ Photovoltaïque

Equipement	Prix unitaire Fcfa	Nombres	Prix globale Fcfa
Module 260Wc	111 800	3 608	403 374 400

Onduleur 250kWc	20 000 000	4	80 000 000
Fourniture et pose des unités de refroidissement des centrales (Extracteurs d'air +ventilateurs)	350 000	4	1 400 000
Fourniture et pose des stations SUNNY CENTRAL 250HE (onduleur, transformateur, cellule de protection)	20 000 000	4	80 000 000
Boite de jonction	1 500 000	20	30 000 000
Fusible PV-15A10F (1000VDC-15A)	7 200	164	1 180 800
Capteurs thermiques pour la température	156 300	1	156 300
Capteurs ultra-sons pour la mesure de la vitesse du vent	195 350	1	195 350
Pyranometres SMP-10	355 650	1	355 650
Diodes by-pass	150	2 438	365 700
Diodes Anti-retour	3 200	140	448 000
Liaison boites de jonction-onduleur par câble U1000 R20V 35mm ² posé sur chemin de câble perforé	8 250	300	2 475 000
Liaison modules - boites de jonctions par cable 125-Flex FRNC 2*2.5mm ² posé sur chemin de câble perforé	3 400	4 328	14 715 200
Câbles de liaisons onduleur à TGBT 3*400m de 240 mm ² TRISIPRELEC Armé du fabricant SILEC CABLES	15 700	1 200	18 840 000
Maintenance annuelle			
Surveillance	600 000	1	600 000

Assurance	10 000 000	1	10000000
Coût approximatif			644 100 640
Autres charges	644 100 640	0.3	193 231 920
Coût Total			837 338 320

IV. Coût de main d'œuvre

Ce coût est donné par les équipes qui sont chargées de la réalisions du projet. Néanmoins nous allons proposer un coût approximatif.

V. Autres charges

Les autres charges sont des frais annexes qui pourraient intervenir lors de la réalisation.

Tableau 10 : Le coût global de réalisation du système hybride

Désignation	Montant Fcfa
Groupe Electrogène	227 920 000
Champ Photovoltaïque	837 338 320
Coût global	1 065 258 320

PARTIE 4 : AVANTAGES, LIMITES ET IMPACT ENVIRONNEMENTAL

I. Avantages et limites

L'analyse financière à elle seule ne suffit pas pour justifier la réalisation d'un tel système, il faut aussi connaître ces avantages et ces limites.

Bien vrai que notre système est conçu tout en respectant la norme NF 15 100 cela comporte aussi des limites au niveau de son utilisation.

I.1 AVANTAGES

Les avantages que nous pouvons citer sont entre autres :

- Le système est autonome peut fonctionner à tout moment de la journée et de l'année ;
- Les sources d'énergie qu'il nous faut sont facilement accessibles et à moindre coût ;
- Respect des normes d'installation en basse tension ;
- Utilisation et maintenance aisées ;
- Durée de vie autour de 20ans,

I.2 LIMITES

Notre système a aussi des limites à savoir :

- Les rejets des gaz toxiques
- Problème de Nuisances sonore,
- Encombre de l'espace d'activités dans la station.

II. Impact environnemental et social

➤ Impacts positifs

- L'accès à l'eau potable à tout moment et à tous ;
- L'amélioration des conditions d'hygiène ;
- Diminution des cas de maladies liés à l'absence de l'eau potable ;
- Facilite l'épanouissement de la population ;
- Contribue au développement de la nation.

➤ Impacts négatifs

- Rejet du monoxyde de carbone et du dioxyde de carbone favorise non seulement le réchauffement climatique mais aussi ces gaz sont extrêmement toxiques et quasi indétectables qui causent des intoxications mortelles ;
- Les moteur Diesel produisent des particules qui sont nocives pour les voies respiratoires ;

- La destruction de la qualité de l'air et de l'eau par le fonctionnement du groupe électrogène ;
- Les nuisances sonores, donc dégrader les conditions de vie à son alentour ;

CONCLUSION ET RECOMMANDATION

I. CONCLUSION

A la fin de notre étude, les résultats suivants ont été obtenus :

- Le bilan de puissance des stations de pompage a été réalisé afin de proposer des solutions de secours (groupe électrogène et PV).
- Par la suite nous avons dimensionné un Groupe électrogène **1236.048 kVA** qui alimente les deux stations.
- Puis le dimensionnement du système Photovoltaïque de **1000 kWc** en 4 sous champs de 250 kWc.
- L'étude financière a été menée, le groupe électrogène coûte 227 920 000 FCFA et l'installation photovoltaïque 837 338 320 FCFA ce qui nous donne comme coût global de réalisation de ce projet **1 065 258 320 FCFA**.

Au vu des résultats de notre étude, nous pouvons dire que la mise en place de ce système de secours surtout le groupe électrogène sera très bénéfique à l'ONEA. Elle pourra accomplir sa mission sans soucis d'interruption de production et la distribution de l'eau potable à la population concernée.

Notre stage à l'ONEA a été d'un grand intérêt pour nous car il nous a permis de pouvoir concilier les connaissances théoriques acquises au cours de la formation et les connaissances pratiques acquises sur le terrain. Ce stage nous a également permis d'avoir une expérience dans le domaine de la conception d'un système hybride et de nous confronter aux réalités du milieu professionnel.

II. Recommandation

Nous recommandons à la fin de cette étude, pour la réalisation de ce secours, de faire une étude financière LCOE qui tiendra en compte le coût d'investissement et d'exploitation de chaque système de secours sur la durée du projet pour voir leurs rentabilités.

Le matériel qui sera installé doit être de toute première qualité et la réalisation des travaux doit répondre aux règles de l'art et sera en conformité avec les normes et les règlements en vigueur au Burkina Faso.

Le fournisseur doit proposer dans son offre, trois marques parmi les plus utilisés dans le milieu industriel et tertiaire avec chacune, ses prix.

L'entrepreneur devra obligatoirement tenir compte de tous les règlements et normes connus à la date d'exécution de la présente opération.

BIBLIOGRAPHIE

- [1] Ahmed Ousmane BAGRE. Cour d'installation électrique Basse Tension. Ouagadougou : Groupe EIER-ETSHER.
- [2] Paul COMPAORE. Central thermique 2. Ouagadougou : 2IE.
- [3] Rapport de stage de Judicael SAWADOGO < Etude de fonctionnement et Elaboration de plan de maintenance sur les pompes doseuses de la station de Paspanga et sur les groupes électrogènes des différents sites de l'ONEA >.
- [4] Hager SAS. Guide_NFC15100_pdf_262.
- [5] TUT-CATERPILLAR- Dimensionnement d'un groupe électrogène 2014-01-14.
- [6] Ahmed Ousmane BAGRE. Dimensionnement Technique des installations PV connectées au réseau. Ouagadougou : 2IE.
- [7] R. Bourgeois et de D. Cogniel, Memo Tech plus Electrotechnique <la référence de l'électricien> Edition CASTEEILLA.
- [8] <http://files.sma.de/dl/8224/SSM-C-S-UFR082312.pdf>.
- [9] https://www.econologie.com/file/habitat/Solaire_PV_SMA_catalogue.pdf.
- [10] <https://www.2ie-edu.org/index.php/fr/presentation/documents-et-telechargements/tous-ressources/category/27-i-les-contrats-d-acquisition-equipements?download=189:095-2015-dg-af-fourniture-et-pose-d-un-groupe-electrogene-de-puissance-600-kva>.

Annexe

Annexe 1 : Tableau du bilan de DYWIDAG

DYWDAG

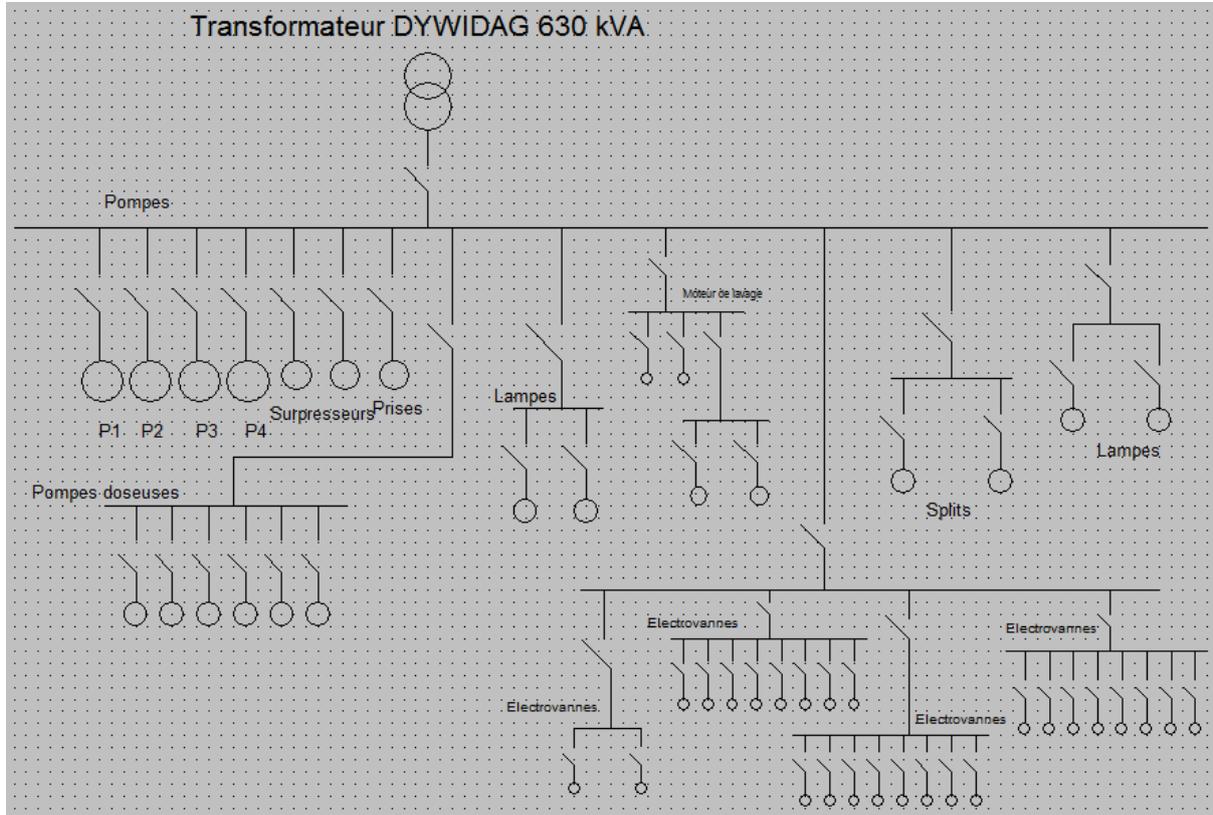
équipements	Nbre	U (V)	Pu (kW)	Rendement	Cosphi	Pa (kW)	Ku	Pamax (kW)	KS1	S1 (kVA)	KS2	S2 (kVA)	KS3	S3 (kVA)	KS4	Pf (kVA)	Ke	Ptr
Lampes	8	230	0,72	0,8	0,85	0,9	1	0,9	1	1,059	0,9	1,906	1	1,906	0,6	354,16	1,2	424,99
Lampes	8	230	0,72	0,8	0,85	0,9	1	0,9	1	1,059								
Split	1		2,5	0,7	0,94	3,571	1	3,571	1	3,799	0,9	6,839	1	6,839				
Split	1		2,5	0,7	0,94	3,571	1	3,571	1	3,799								
Pompes refoulement	1	400	112	0,963	0,83	116,3	0,5	58,15	1	70,06	1	70,06	1	70,06				
Pompes refoulement	1	400	112	0,963	0,83	116,3	0,5	58,15	1	70,06	1	70,06	1	70,06				
Pompe de refoulement	1	400	250	0,968	0,89	258,3	0,5	129,1	1	145,1	1	145,1	1	145,1				
Pompes refoulement	1	400	250	0,968	0,89	258,3	0,5	129,1	1	145,1	1	145,1	1	145,1				
Suppresseurs d'airs	1	380	34,5	0,8	0,86	43,13	0,8	32,34	1	37,61	1	37,61	1	37,61				
Suppresseurs d'airs	1	380	34,5	0,8	0,86	43,13	0,8	32,34	1	37,61	1	37,61	1	37,61				
Lampes	8	230	0,72	0,8	0,85	0,9	1	0,9	1	1,059	0,9	1,906	1	1,906				
Lampes	8	230	0,72	0,8	0,85	0,9	1	0,9	1	1,059								

Pompes doseuses	1		0,25		0,75	0,25	0,8	0,188	1	0,25	0,7	1,05	1	1,05							
Pompes doseuses	1		0,25		0,75	0,25	0,8	0,188	1	0,25											
Pompes doseuses	1		0,25		0,75	0,25	0,8	0,188	1	0,25											
Pompes doseuses	1		0,25		0,75	0,25	0,8	0,188	1	0,25											
Pompes doseuses	1		0,25		0,75	0,25	0,8	0,188	1	0,25											
Pompes doseuses	1		0,25		0,75	0,25	0,8	0,188	1	0,25											
Moteur de lavage	1		30	0,8	0,89	37,5	0,8	28,13	1	31,6	1	31,6	0,9	67,9							
Moteur de lavage	1		30	0,8	0,89	37,5	0,8	28,13	1	31,6	1	31,6									
Pompe à vide	1		6,6	0,8	0,91	8,25	0,8	6,188	1	6,799	0,9	12,24									
Pompe à vide	1		6,6	0,8	0,91	8,25	0,8	6,188	1	6,799											
Prises (PC 2P+T 10/16A)	8	230	18,4		1	18,4	1	18,4	0,2	3,91	1	3,91	1	3,91							
Electrovannes à eau décanteur	1		0,03	0,3	1	0,1	0,8	0,075	1	0,075	0,7	0,42									
Electrovannes à eau décanteur	1		0,03	0,3	1	0,1	0,8	0,075	1	0,075											
Electrovannes à eau décanteur	1		0,03	0,3	1	0,1	0,8	0,075	1	0,075											
Electrovannes à eau décanteur	1		0,03	0,3	1	0,1	0,8	0,075	1	0,075											
Electrovannes à eau décanteur	1		0,03	0,3	1	0,1	0,8	0,075	1	0,075											
Electrovannes à eau décanteur	1		0,03	0,3	1	0,1	0,8	0,075	1	0,075											
Electrovannes à eau décanteur	1		0,03	0,3	1	0,1	0,8	0,075	1	0,075											
Electrovannes à eau décanteur	1		0,03	0,3	1	0,1	0,8	0,075	1	0,075											

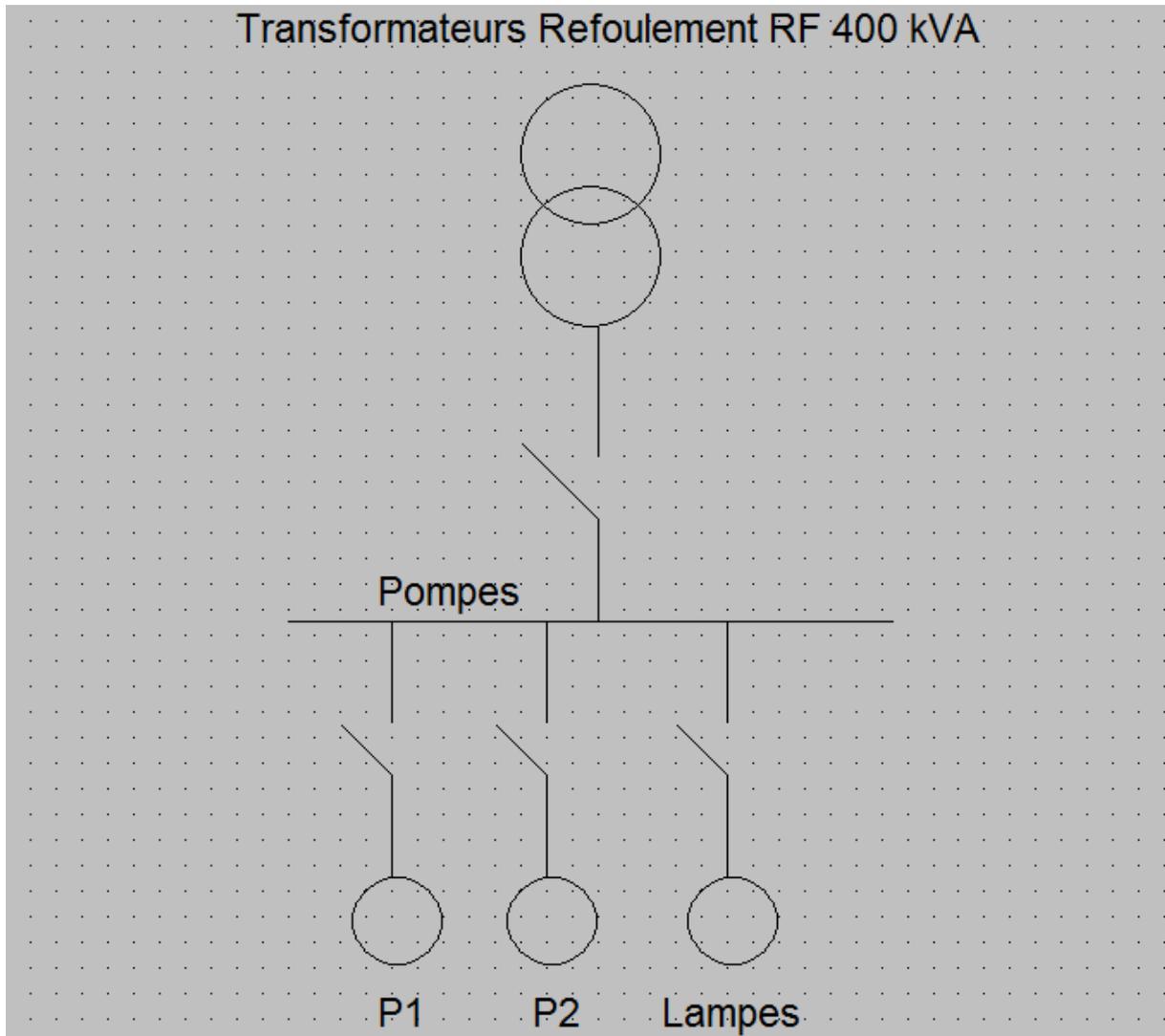
Electrovannes à eau décanteur	1	0,03	0,3	1	0,1	0,8	0,075	1	0,075	0,7	0,42	0,8	1,224				
Electrovannes à eau décanteur	1	0,03	0,3	1	0,1	0,8	0,075	1	0,075								
Electrovannes à eau décanteur	1	0,03	0,3	1	0,1	0,8	0,075	1	0,075								
Electrovannes à eau décanteur	1	0,03	0,3	1	0,1	0,8	0,075	1	0,075								
Electrovannes à eau décanteur	1	0,03	0,3	1	0,1	0,8	0,075	1	0,075								
Electrovannes à eau décanteur	1	0,03	0,3	1	0,1	0,8	0,075	1	0,075								
Electrovannes à eau décanteur	1	0,03	0,3	1	0,1	0,8	0,075	1	0,075								
Electrovannes à eau décanteur	1	0,03	0,3	1	0,1	0,8	0,075	1	0,075								
Electrovannes à eau décanteur	1	0,03	0,3	1	0,1	0,8	0,075	1	0,075								
Electrovannes à eau décanteur	1	0,03	0,3	1	0,1	0,8	0,075	1	0,075								
Electrovannes à eau décanteur	1	0,03	0,3	1	0,1	0,8	0,075	1	0,075	0,7	0,42						
Electrovannes à eau décanteur	1	0,03	0,3	1	0,1	0,8	0,075	1	0,075								
Electrovannes à eau décanteur	1	0,03	0,3	1	0,1	0,8	0,075	1	0,075								
Electrovannes à eau décanteur	1	0,03	0,3	1	0,1	0,8	0,075	1	0,075								
Electrovannes à eau décanteur	1	0,03	0,3	1	0,1	0,8	0,075	1	0,075								
Electrovannes à eau décanteur	1	0,03	0,3	1	0,1	0,8	0,075	1	0,075								

Electrovannes à eau décanteur	1	0,03	0,3	1	0,1	0,8	0,075	1	0,075								
Electrovannes à eau décanteur	1	0,03	0,3	1	0,1	0,8	0,075	1	0,075								
Electrovannes à eau décanteur	1	0,06	0,3	1	0,2	0,8	0,15	1	0,15	0,9	0,27						
Electrovannes à eau décanteur	1	0,06	0,3	1	0,2	0,8	0,15	1	0,15								

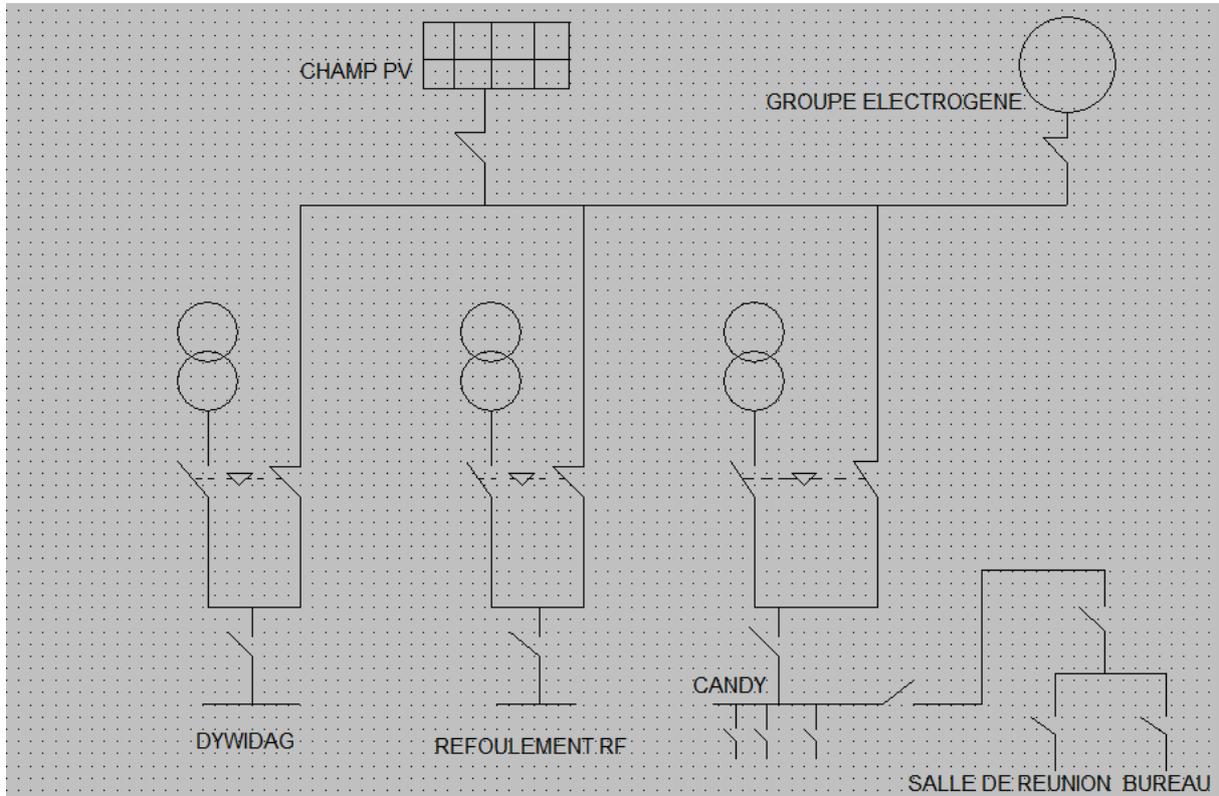
Annexe 2 : Circuit de puissance de DYWIDAG



Annexe 3 : Circuit de puissance de la Station de Refoulement



Annexe 4 : Coffret de raccordement



Annexe 5 : tableau de choix des facteurs de correction

Type de conducteurs	Mode de pose	lettre
câbles monoconducteurs et multiconducteurs	sous conduit, profile ou goulotte, en apparent ou encastré	B
	sous vide de construction, faux plafond	
	sous caniveau, moulures, plinthes, chambranles en apparent contre mur ou plafond	C
câbles multiconducteurs	sur chemin de câbles ou tablettes non perforées	E
	sur échelles, corbeaux, chemin de câbles perforé	
câbles monoconducteurs	fixés en apparent, espacés de la paroi	F
	câbles suspendus	
	sur échelles, corbeaux, chemin de câbles perforé	
	fixés en apparent, espacés de la paroi	
	câbles suspendus	

K1 : Câbles non enterrés		
Lettre	Cas d'installation	K1
B,C	câbles dans profilés encastrés directement dans matériaux thermiquement isolants	0,70
	conducteurs encastrés dans des matériaux thermiquement isolants	0,77
	Câbles dans conduit en montage apparent ou encastrés dans une paroi	0,90
	vides de construction et caniveaux	0,95
C	pose sous plafond	0,95
B,C,E,F	autres cas	1,00
K4 : Câbles enterrés		
Cas d'installation		K4
pose sous fourreaux, conduits ou profilés		0,8
autres cas		1,0

K2 : Câbles non enterrés													
Lettre	Disposition des câbles jointifs	Nombre de circuits ou de câbles multiconducteurs											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	12	16	20
B,C	encastrés ou noyés dans parois	1	0,8	0,7	0,65	0,6	0,57	0,54	0,52	0,5	0,45	0,41	0,38
C	simple couche sur murs ou planchers ou tablettes non perforées	1	0,85	0,79	0,75	0,73	0,72	0,72	0,71	0,7	0,7		
	simple couche au plafond	0,95	0,81	0,72	0,68	0,66	0,64	0,63	0,62	0,61	0,61		
E,F	simple couche sur tablettes horizontales perforées ou tablettes verticales	1	0,88	0,82	0,77	0,75	0,73	0,73	0,72	0,72	0,72		
	simple couche sur échelles ou corbeaux	1	0,87	0,82	0,8	0,8	0,79	0,79	0,78	0,78	0,78		
K5 : Câbles enterrés													
nombre de circuits	1	2	3	4	5	6	7	8	9	12	16	20	
K5	1,00	0,80	0,70	0,65	0,60	0,57	0,54	0,52	0,50	0,45	0,41	0,38	
Lorsque les câbles sont disposés en plusieurs couches, il faut appliquer en plus un facteur de correction (Enterrés ou non enterrés):													
nombre de couches	2	3	4	5									
facteur de correction	0,80	0,73	0,70	0,70									

Facteurs de correction K3 et K7 (influence de la température)
K3 : Câbles non enterrés

température ambiante (°C)	isolation		
	élastomère (caoutchouc)	polychlorure de vinyle (PVC)	polyéthylène réticulé (PR) butyle, éthylène, propylène (EPR)
10	1,29	1,22	1,15
15	1,22	1,17	1,12
20	1,15	1,12	1,08
25	1,07	1,07	1,04
30	1,00	1,00	1,00
35	0,93	0,93	0,96
40	0,82	0,87	0,91
45	0,71	0,79	0,87
50	0,58	0,71	0,82
55		0,61	0,76
60		0,50	0,71

K7 : Câbles enterrés

température du sol (°C)	isolation	
	polychlorure de vinyle (PVC)	polyéthylène réticulé (PR) éthylène propylène (EPR)
10	1,10	1,07
15	1,05	1,04
20	1,00	1,00
25	0,95	0,96
30	0,89	0,93
35	0,84	0,89
40	0,77	0,85
45	0,71	0,80
50	0,63	0,76
55	0,55	0,71
60	0,45	0,65

Facteurs de correction K6 (influence de la nature du sol)
K6 : Câbles enterrés uniquement

nature du sol	K6
très humide	1,21
humide	1,13
normal	1,05
sec	1,00
très sec	0,86

Annexe 6 : tableau de choix des sections de câbles

Détermination de la section minimale d'une canalisation non enterrée

I _r '	Isolant et nombre de conducteurs chargés (3 ou 2)									
	B	PVC3	PVC2		PR3		PR2			
lettre de sélection	C		PVC3		PVC2	PR3		PR2		
	E			PVC3		PVC2	PR3		PR2	
	F				PVC3		PVC2	PR3		PR2
section cuivre (mm ²)	1,5	15,5	17,5	18,5	19,5	22	23	24	26	
	2,5	21	24	25	27	30	31	33	36	
	4	28	32	34	36	40	42	45	49	
	6	36	41	43	48	51	54	58	63	
	10	50	57	60	63	70	75	80	86	
	16	68	76	80	85	94	100	107	115	
	25	89	96	101	112	119	127	138	149	161
	35	110	119	126	138	147	158	169	185	200
	50	134	144	153	168	179	192	207	225	242
	70	171	184	196	213	229	246	268	289	310
	95	207	223	238	258	278	298	328	352	377
	120	239	259	276	299	322	346	382	410	437
	150		299	319	344	371	395	441	473	504
	185		341	364	392	424	450	506	542	575
	240		403	430	461	500	538	599	641	679
	300		464	497	530	576	621	693	741	783
	400					656	754	825		940
	500						749	868	946	1083
	630						855	1005	1088	1254
	section aluminium (mm ²)	2,5	16,5	18,5	19,5	21	23	25	26	28
4		22	25	26	28	31	33	35	38	
6		28	32	33	36	39	43	45	49	
10		39	44	46	49	54	59	62	67	
16		53	59	61	66	73	79	84	91	
25		70	73	78	83	90	98	101	108	121
35		86	90	96	103	112	122	126	135	150
50		104	110	117	125	136	149	154	164	184
70		133	140	150	160	174	192	198	211	237
95		161	170	183	195	211	235	241	257	289
120		186	197	212	226	245	273	280	300	337
150			227	245	261	283	316	324	346	389
185			259	280	298	323	363	371	397	447
240			305	330	352	382	430	439	470	530
300			351	381	406	440	497	508	543	613
400						526	600	663		740

Annexe 7 : Caractéristiques du module

PVSYST V6.43		03/12/19 14h50	
Caractéristiques d'un module PV			
Fabricant, modèle :	Renesola, JC260M-24/Bzh		
Disponibilité :	Prod. depuis 2013		
Source des données :	Manufacturer 2014		
Puissance STC (fabricant)	Pnom	260 Wc	Technologie
Dimensions module (L x H)	0.992 x 1.640 m ²		Surface brute module
Nombre de cellules	1 x 60		Surf. sensible (cellules)
			Si-poly
			Smodule 1.63 m ²
			Scellules 1.46 m ²
Spécifications pour le modèle (fabricant ou données mesurées)			
Température de référence	TRef	25 °C	Irradiance de référence
Tension de circuit ouvert	Vco	44.0 V	GRef 1000 W/m ²
Tension au point de puiss. max.	Vmpp	34.8 V	Courant de court-circuit
=> puissance maximale	Pmpp	260.0 W	lsc 8.09 A
			Courant au point de puiss. max.
			Imp 7.47 A
			Coeff. de temp. sur lsc
			mulsc 3.3 mA/°C
Paramètres du modèle à 1 diode			
Résistance parall.	Rparall	1000 ohm	Courant de saturation diode
Résistance série	Rsérie	0.46 ohm	IoRef 16.46 nA
			Coeff. de tempér. Vco
			µVco -134 mV/°C
			Facteur de qualité diode
			Gamma 1.43
Coeff. de temp. sur Pmpp spécifié	muPMaxR	-0.40 %/°C	Coeff. tempér. sur Gamma
			muGamma -0.001 1/°C
Paramètres de polarisation inverse, pour comportements ombrages partiels ou mismatch			
Caractéristique inverse (noir)	BRev	3.20 mA/V ²	(facteur quadratique par cellule)
Nbre de diodes by-pass par module		6	Tension des diodes by-pass
			-0.7 V
Résultats du modèle pour les conditions standard (STC: T=25°C, G=1000 W/m², AM=1.5)			
Tension au point de puiss. max.	Vmpp	34.5 V	Courant au point de puiss. max.
Puissance maximale	Pmpp	260.1 Wc	Imp 7.53 A
Efficacité/ Surf. module)	Eff_mod.	16.0 %	Coeff. de temp. sur puissance
Efficacité/ Surf. cellules)	Eff_cell.	17.8 %	muPmpp -0.39 %/°C
			Facteur de remplissage
			FF 0.731
Module PV: Renesola, JC260M-24/Bzh			

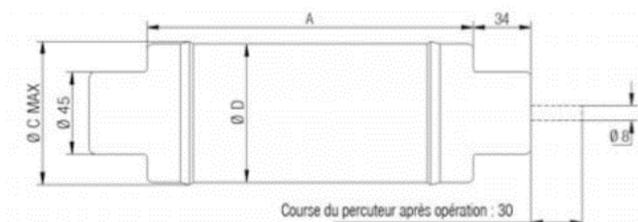
Annexe 8 : Tableau de choix des câbles Silec ZZ-F 0,6/1kV pour le raccordement des modules aux boites de jonction et les boites de jonctions aux onduleurs

Diamètre extérieur approximatif	Masse linéique approximative	Modèle	Intensité admissible * T _{âme} = 60°C T _{ambiante} = 30°C	Chute de tension en courant continu T _{âme} = 90°C
mm	kg/km		A	V/A.km
4,3	35	1 x 1,5	22	17,47
5	50	1 x 2,5	30	10,47
5,6	65	1 x 4	40	6,49
6,3	85	1 x 6	51	4,32
7,9	140	1 x 10	70	2,49
8,8	200	1 x 16	94	1,58
10,5	295	1 x 25	119	1,01
11,8	395	1 x 35	147	0,72
14,1	560	1 x 50	179	0,50
16,0	775	1 x 70	229	0,35
18,3	1 015	1 x 95	278	0,27
20,7	1 285	1 x 120	322	0,21
23	1 610	1 x 150	371	0,17
25,3	1 950	1 x 185	424	0,14
29,1	2 565	1 x 240	500	0,10
32,2	3 210	1 x 300	576	0,08
38,6	4 400	1 x 400	656	0,06
43,2	5 590	1 x 500	749	0,05
47,6	7 165	1 x 630	855	0,04

Annexe 9 :

24 kV - Gammes « A » et « T » de fusibles limiteurs de courant associés

Caractéristiques techniques



Dimensions - mm

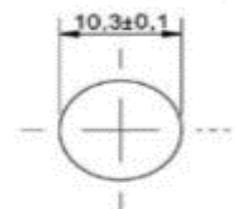
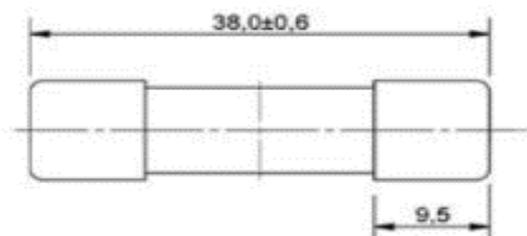
Référence de fusible	A	C	D	Poids (kg)
AFMSJ	442	79	76	4,5
AIMSJ	442	79	76	4,5
TDMEJ	442	54	51	2,5
THMEJ	442	67	64	3,7
TFMEJ	442	80	76	5,1
TXMEJ	442	91	88	5,9

Numéros de pièces et données techniques

Numéros des pièces	Nominal I_n (A)	Pouvoir de coupure I_c kA	Courant minimal de coupure I_3 (A)	Résistance à froid et perte en watts à l'air libre		Joule intégral (I ² t)		Longueur (mm)	Diamètre (mm)	Poids (kg)
				mΩ	W	Pré-arc minimal	Maximum d'opération			
24AFMSJ50	50	20	137	29,5	102	$1,8 \times 10^3$	$2,9 \times 10^4$	442	76	4,5
24AFMSJ63	63	20	125	23,6	130	$3,2 \times 10^3$	$4,5 \times 10^4$	442	76	4,5
24AIMSJ71	71	20	176	15,1	106	$6,3 \times 10^3$	$8,5 \times 10^4$	442	76	4,5
24TDMEJ6.3	6,3	50	23	444	20	$9,8 \times 10^1$	1×10^3	442	51	2,5
24TDMEJ10	10	50	34	262	32	$2,8 \times 10^2$	$2,3 \times 10^3$	442	51	2,5
24TDMEJ16	16	50	56	109	34	$2,6 \times 10^2$	$3,9 \times 10^3$	442	51	2,5
24TDMEJ20	20	50	73	78,2	38	$5,2 \times 10^2$	$5,4 \times 10^3$	442	51	2,5
24TDMEJ25	25	50	92	62,4	49	$8,1 \times 10^2$	$8,4 \times 10^3$	442	51	2,5
24TDMEJ31.5	31,5	50	92	46,8	59	$1,4 \times 10^3$	$1,5 \times 10^4$	442	51	2,5
24TDMEJ40	40	50	118	34,3	79	$2,4 \times 10^3$	$2,5 \times 10^4$	442	51	2,5
24TDMEJ50	50	50	185	27	98	$2,8 \times 10^3$	$3,1 \times 10^4$	442	51	2,5
24THMEJ63	63	50	217	21,1	127	$4,3 \times 10^3$	$4,7 \times 10^4$	442	64	3,7
24TFMEJ80	80	50	265	15,7	153	$7,9 \times 10^3$	$9,1 \times 10^4$	442	76	5,1
24TFMEJ100**	100	63	430	18	400	$2,8 \times 10^4$	$9,4 \times 10^4$	442	76	5,1
24TXMEJ125**	125	40	760	11	340	$9,7 \times 10^4$	$3,5 \times 10^5$	442	88	5,9
24TXMEJ160**	160	31,5	900	9,60	515	$1,3 \times 10^5$	5×10^5	442	88	5,9

Annexe 10 :

Fusibles photovoltaïques 10 x 38 mm, de 1 à 25 A, 1 000 V DC, série PV-A10

**CYLINDRIQUE
(PV-**F10F)**


Données techniques							Intégrales d'énergie I ² t (A ² s)		Perte en watts (W)	
Cylindrique - Numéro de pièce	Fixation à vis - Numéro de pièce	Fixation sur PCB - Numéro de pièce (1 broche)	Fixation sur PCB - Numéro de pièce (2 broche)	Courant (A)	Tension (V DC)	Total à 1 000 V DC		0,8 I _n	I _n	
						Préarc				
PV-1A10F	PV-1A10-T	PV-1A10-1P	PV-1A10-2P	1	1 000 (CEI/UL)	0,15	0,4	0,8	1,5	
PV-2A10F	PV-2A10-T	PV-2A10-1P	PV-2A10-2P	2		1,2	3,4	0,6	1,0	
PV-3A10F	PV-3A10-T	PV-3A10-1P	PV-3A10-2P	3		4	11	0,8	1,3	
PV-3-5A10F	PV-3-5A10-T	PV-3-5A10-1P	PV-3-5A10-2P	3,5		6,6	18	0,9	1,4	
PV-4A10F	PV-4A10-T	PV-4A10-1P	PV-4A10-2P	4		9,5	26	1,0	1,5	
PV-5A10F	PV-5A10-T	PV-5A10-1P	PV-5A10-2P	5		19	50	1,0	1,6	
PV-6A10F	PV-6A10-T	PV-6A10-1P	PV-6A10-2P	6		30	90	1,1	1,8	
PV-8A10F	PV-8A10-T	PV-8A10-1P	PV-8A10-2P	8		3	32	1,2	2,1	
PV-10A10F	PV-10A10-T	PV-10A10-1P	PV-10A10-2P	10		7	70	1,2	2,3	
PV-12A10F	PV-12A10-T	PV-12A10-1P	PV-12A10-2P	12		12	120	1,5	2,7	
PV-15A10F	PV-15A10-T	PV-15A10-1P	PV-15A10-2P	15		22	220	1,7	2,9	
PV-20A10F	PV-20A10-T	PV-20A10-1P	PV-20A10-2P	20		34	350	2,1	3,6	
PV10M-25	-	-	-	25		325	1 860	1,65	2,91	

Annexe 11 : Caractéristiques de l'onduleur

PVSYST V6.43				03/12/19 14h49
Caractéristiques d'un onduleur réseau				
Fabricant, modèle :	SMA, Sunny Central 250 HE			
Disponibilité :	Prod. depuis 2002 à 2012			
Source des données :	Manufacturer 2010			
Caractéristiques d'entrée (côté champ PV)				
Mode d'opération	MPPT			
Tension MPP minimale	Vmin	450 V	Puissance PV nominale	Pnom DC 261 kW
Tension MPP maximale	Vmax	820 V	Puissance PV maximale	Pmax DC 285 kW
Tension PV max. absolue	Vmax array	880 V	Courant PV maximum	Imax DC N/A A
Tension min. pour PNom	Vmin PNom	450 V	Puissance seuil	Pthresh. 2000 W
Comportement à Vmin/Vmax	Limitation		Comportement à Pnom	Limitation
Caractéristiques de sortie (côté réseau AC)				
Tension du réseau	Unom	270 V	Puissance AC nominale	Pnom AC 250 kWac
Fréquence du réseau	Freq	50/60 Hz	Puissance AC maximale	Pmax AC 250 kWac
	Triphasé		Courant AC nominal	Inom AC 535 A
Efficacité maximale	Max Eff.	97.5 %	Courant AC maximum	Imax AC 535 A
Efficacité moyenne européenne	Euro Eff.	96.6 %		
Remarques et Caractéristiques techniques			Dimensions: Largeur 2400 mm	
Surveillance isolation champ, Interr. CC interne,			Hauteur 2120 mm	
Interr. AC interne, Déconnexion selon tension de sortie ajustable.,			Profondeur 850 mm	
Technologie: TL, IGBT			Poids 170.00 kg	
Protection: IP 20				
Contrôles: LCD 4-lines				
improved efficiency, without NS transformer				
Profil d'efficacité vs Puissance d'entrée				

Onduleurs centraux

SUNNY CENTRAL 200HE / 250HE / 350HE / 500HE / 560HE

Rentable

- Sans transformateur basse tension, cet appareil se distingue par ses rendements extrêmement élevés
- Coûts inférieurs à ceux des installations avec transformateur basse tension
- Fonctionnement immédiat avec un transformateur moyenne tension

En option

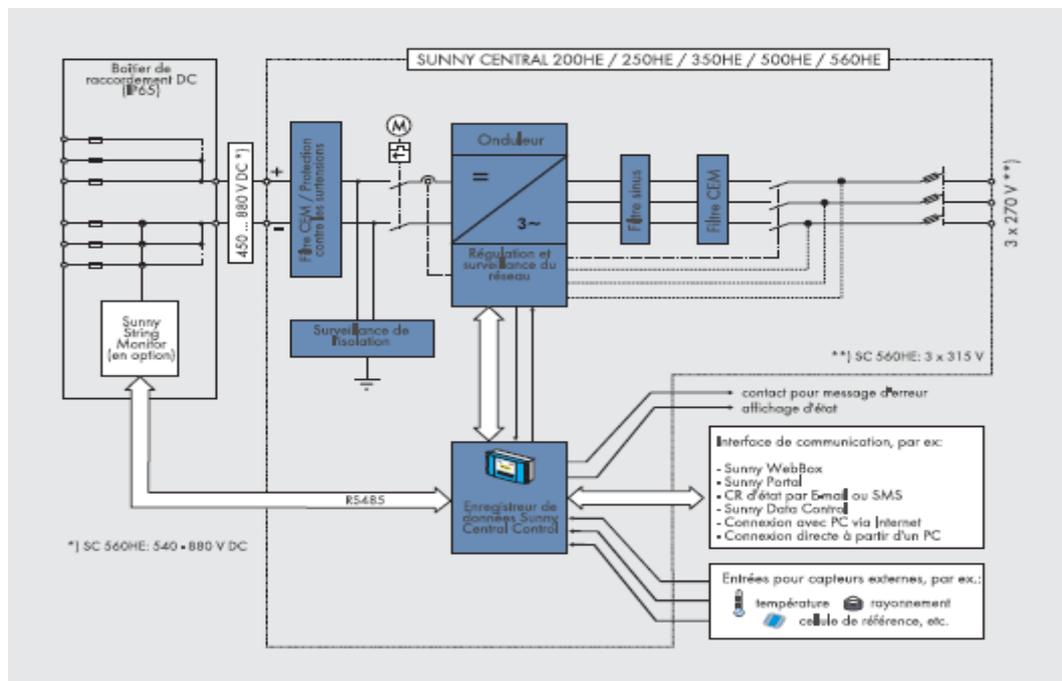
- Surveillance du courant des strings
- Augmentation du rendement grâce à Sunny Team
- Régulation de la puissance réactive
- Plage de tension d'entrée DC élargie jusqu'à 1000 V

Idéal pour l'injection dans le réseau de moyenne tension

Les Sunny Central 200HE, 250HE, 350HE, 500HE et 560HE de SMA sont des onduleurs centraux de pointe pour l'injection dans le réseau de moyenne tension. Ils fonctionnent directement avec un transformateur de moyenne tension et offrent tous les avantages d'un onduleur standard. En version HE (« Haute Efficacité »), les Sunny Central ne nécessitent pas de transformateurs basse tension. Ceci leur permet d'atteindre les rendements les plus élevés : le modèle 500HE en-



registre par exemple un rendement supérieur à 98 %. Ces onduleurs permettent donc de réaliser des centrales solaires encore plus rentables.



Annexe 12 : Caractéristiques des boîtiers de raccordement

Information technique



Sunny String Monitor - Cabinet

Caractéristiques Techniques



Le Sunny String Monitor-Cabinet, SSM-C en abrégé, de SMA surveille votre générateur PV en détail tout en restant fidèle au haut standard de qualité habituel du Sunny Boy. Les différents courants string sont mesurés et surveillés en continu. Tout dysfonctionnement susceptible de survenir sur le générateur solaire est détecté avec une grande fiabilité puis analysé par le Sunny Central Control.

- Le boîtier IP54 protège le répartiteur secondaire DC contre l'eau et la poussière. Le dispositif de protection contre les surtensions ainsi que le fusible string assurent également une protection efficace. Le fusible string est placé, au choix, sur le côté positif ou négatif. Vous pouvez également installer le SSM-C dans le boîtier IP44.
- Le Sunny String Monitor-Cabinet à 16 entrées permet le raccordement de 16 ou de 32 strings. Le SSM-C à 8 entrées, quant à lui, permet le raccordement de 8 ou de 16 strings.
- Le SSM-C à 8 entrées peut être déconnecté du côté DC à l'aide d'un interrupteur sectionneur de 125 A livrable en option. Le SSM-C à 16 entrées est livré au choix avec un interrupteur sectionneur de 125 ou de 250 A. Le SSM-C est particulièrement bien adapté aux installations mises à la terre.
- Le SSM-C à 8 entrées ainsi que le SSM-C à 16 entrées conviennent à un montage mural ou sur socle.

Information technique

- Le socle enterré à 600 mm de profondeur lui confère une stabilité maximale. Les cavités qui se sont formées sont remplies pour moitié avec des gravillons ou du sable (granulation de 2 à 4 mm) et avec du gravier grossier (granulation de 4 à 8 mm).

Caractéristiques techniques Sunny String Monitor-Cabinet (SSM-C)

	SSM-C 8 entrées	SSM-C 16 entrées
Boîtier		
Installation en extérieur	Oui	Oui
Résistance aux rayons UV	Oui	Oui
Matériau	Polyester renforcé avec des fibres de verre	Polyester renforcé avec des fibres de verre
Luminosité	Autoextinction, sans halogène	Autoextinction, sans halogène
Coloration	RAL 7035, gris clair, teinté dans la masse	RAL 7035, gris clair, teinté dans la masse
Double isolation	Oui	Oui
Cylindre de fermeture (profondeur 40 mm)	préparé pour la pose par le client	préparé pour la pose par le client
Rail de fixation des câbles	uniquement en cas de montage sur socle	uniquement en cas de montage sur socle
Montage mural	en option	en option
Valeurs d'entrée		
Tension DC max. admissible ($U_{DC\ max}$) pour un L/R de 2 ms	1000 V	1000 V
Courant DC max. admissible ($I_{DC\ max}$)	112 A	224 A (112 A en option)
Nombre d'entrées DC	16 par pôle pour 8 entrées de mesure en fonction du projet	32 par pôle pour 16 entrées de mesure en fonction du projet
Fusibles string possibles	10, 12, 16, 20 A en fonction du projet	10, 12, 16, 20 A en fonction du projet

Information technique

	SSM-C 8 entrées	SSM-C 16 entrées
Courant string max. par entrée de mesure • Fusible string 10 A • Fusible string 12 A • Fusible string 16 A • Fusible string 20 A	• 7 A • 8,4 A • 11,2 A • 14 A	• 7 A • 8,4 A • 1,2 A • 14 A
Alimentation tension de mesure	35... 55 V DC [®]	35... 55 V DC [®]
Plage de raccordement[®]		
Raccordement principal DC	Borne à tige 120 mm ² WFF Couple 10 - 20 Nm max. 150 mm ² Diamètre M10 Presse-étoupe M40 Plage de serrage 13 - 26 mm	Borne à tige 185 mm ² WFF Couple 14 - 31 Nm max. 240 mm ² Diamètre M12 Presse-étoupe M40 Plage de serrage 13 - 26 mm
Raccordement string	Borne de sectionnement et de mesure 0,2 - 6 mm ² Cage Clamp Raccordement multiple Presse-étoupe M32 3 x 9 mm pré-monté et 3 x 5 mm, 3 x 7 mm compris dans la livraison	Borne de sectionnement et de mesure 0,2 - 6 mm ² Cage Clamp Raccordement multiple Presse-étoupe M32 3 x 9 mm pré-monté et 3 x 5 mm, 3 x 7 mm compris dans la livraison
Raccordement à la terre	Borne pour conducteur de protection USLKG35 ; 0,75 - 35 mm ² Presse-étoupe M25 Plage de serrage 7 - 14 mm	Borne pour conducteur de protection USLKG35 ; 0,75 - 35 mm ² Presse-étoupe M25 Plage de serrage 7 - 14 mm
Raccordement RS485 + alimentation tension de mesure • Type de câble recommandé	Borne de passage à 4 conducteurs ; 0,08 - 2,5 mm ² Raccordement Cage Clamp Presse-étoupe M25 Plage de serrage 7 - 14 mm 4 x 2 x 0,5 mm ² U-2YCYV (TP)	Borne de passage à 4 conducteurs ; 0,08 - 2,5 mm ² Raccordement Cage Clamp Presse-étoupe M25 Plage de serrage 7 - 14 mm 4 x 2 x 0,5 mm ² U-2YCYV (TP)
Étriers de serrage de blindage (pouvant être mis en contact)	2 x diamètre de blindage 8 mm Couple de serrage 0,5 Nm	2 x diamètre de blindage 8 mm Couple de serrage 0,5 Nm

Information technique

- Le socle enterré à 600 mm de profondeur lui confère une stabilité maximale. Les cavités qui se sont formées sont remplies pour moitié avec des gravillons ou du sable [granulation de 2 à 4 mm] et avec du gravier grossier [granulation de 4 à 8 mm].

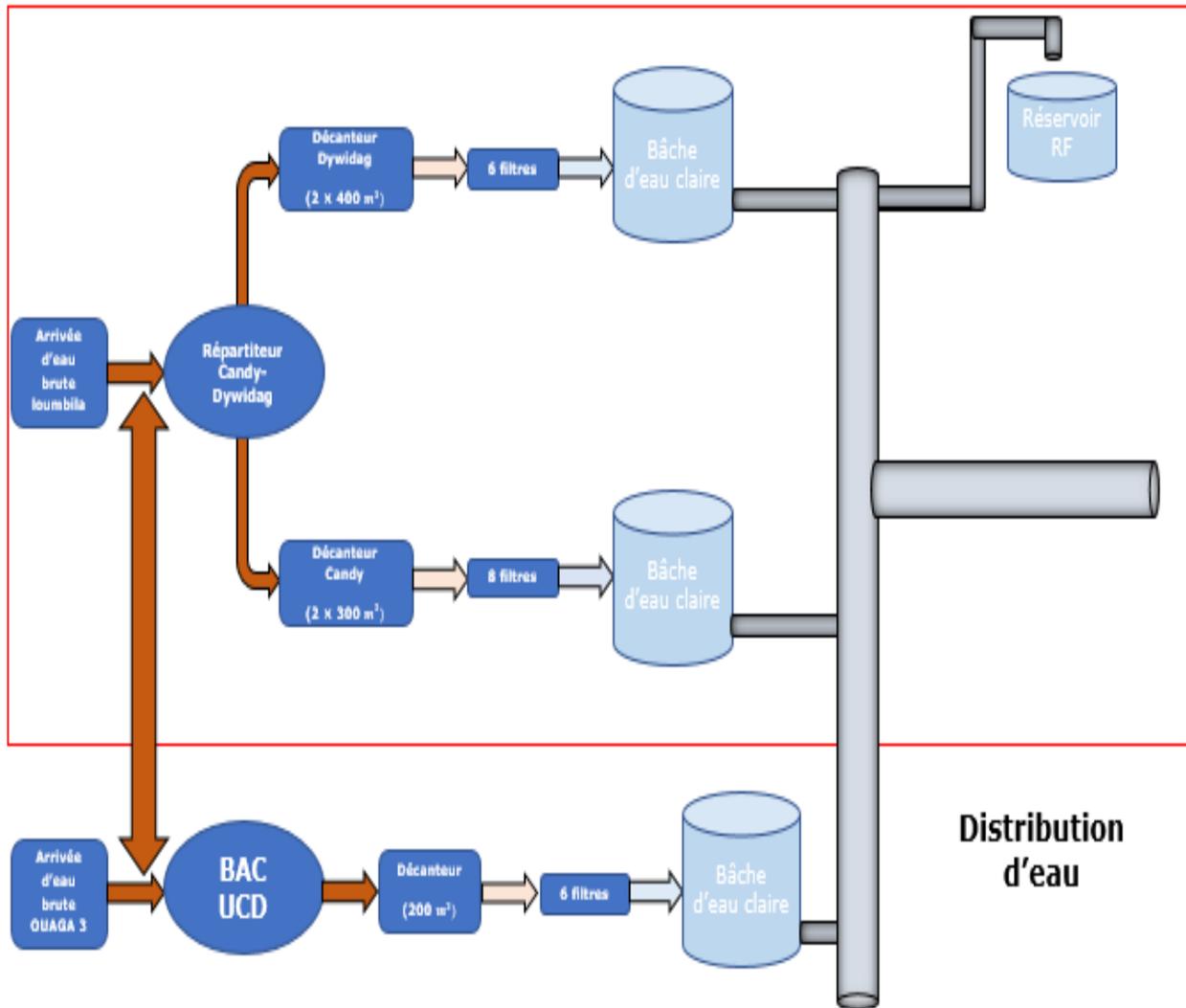
Caractéristiques techniques Sunny String Monitor-Cabinet (SSM-C)

	SSM-C 8 entrées	SSM-C 16 entrées
Boîtier		
Installation en extérieur	Oui	Oui
Résistance aux rayons UV	Oui	Oui
Matériau	Polyester renforcé avec des fibres de verre	Polyester renforcé avec des fibres de verre
Luminosité	Autoextinction, sans halogène	Autoextinction, sans halogène
Coloration	RAL 7035, gris clair, teinté dans la masse	RAL 7035, gris clair, teinté dans la masse
Double isolation	Oui	Oui
Cylindre de fermeture (profondeur 40 mm)	préparé pour la pose par le client	préparé pour la pose par le client
Rail de fixation des câbles	uniquement en cas de montage sur socle	uniquement en cas de montage sur socle
Montage mural	en option	en option
Valeurs d'entrée		
Tension DC max. admissible (U _{DC max} pour un I/R de 2 ms)	1000 V	1000 V
Courant DC max. admissible (I _{DC max})	112 A	224 A (112 A en option)
Nombre d'entrées DC	16 par pôle pour 8 entrées de mesure en fonction du projet	32 par pôle pour 16 entrées de mesure en fonction du projet
Fusibles string possibles	10, 12, 16, 20 A en fonction du projet	10, 12, 16, 20 A en fonction du projet

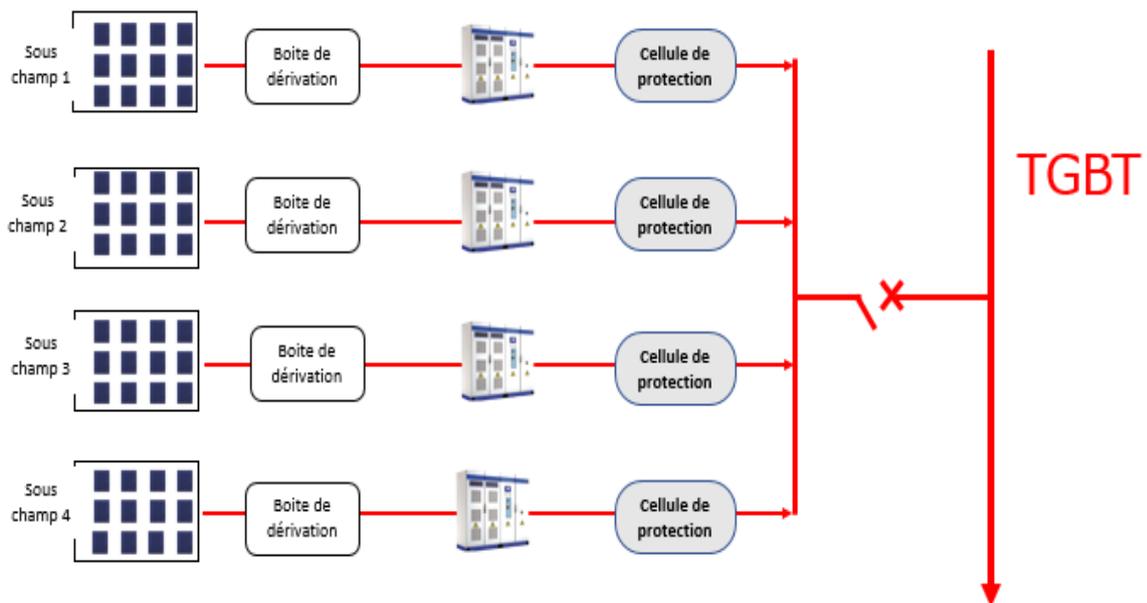
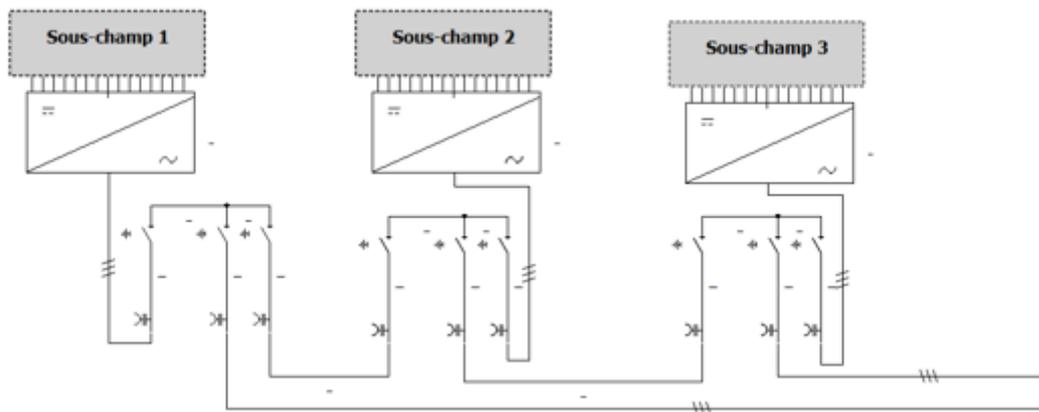
Annexe 13 : Tableau de choix des câbles Silec (Trisiprelec armés) pour le raccordement des transformateurs-jeu de barre-cellule de départ pour le poste de livraison
TRISIPRELEC ARMÉ

Diamètre approximatif		Masse approx. au km de câble		Section nominale mm ²	Intensité admissible (1)				Chute de tension par ampère et par km (cos φ = 0,8) (1)	
Gaine d'étanchéité mm	Extérieur mm	Cu kg	Alu kg		Câble enterré		Câble posé sur tablettes		Cu V	Alu V
					Cu A	Alu A	Cu A	Alu A		
TENSION ASSIGNÉE 3,5/6 (7,2) kV										
32,5	38,0	2 500		25	160	125	155	120	1,4	2,3
33,0	40,0	3 050		35	190	150	190	145	1,05	1,7
36,0	43,0	3 700	2 800	50	225	175	225	175	0,80	1,3
40,0	47,0	4 550	3 300	70	275	215	280	215	0,58	0,90
44,0	51,5	5 800	4 000	95	330	255	340	260	0,44	0,67
47,5	55,0	6 800	4 500	120	370	290	385	300	0,37	0,55
50,5	58,0	7 850	5 100	150	420	325	445	345	0,32	0,46
54,5	62,0	9 300	5 800	185	470	365	510	395	0,27	0,39
60,0	68,0	11 600	7 000	240	540	425	590	465	0,23	0,32
TENSION ASSIGNÉE 6/10 (12) kV										
34,5	41,0	3 000		25	160	125	155	120	1,4	2,3
37,0	44,0	3 550		35	190	150	190	145	1,1	1,7
40,0	47,0	4 150	3 300	50	225	175	225	175	0,80	1,3
43,5	51,0	5 100	3 850	70	275	215	280	215	0,59	0,90
47,5	55,0	6 250	4 450	95	330	255	340	260	0,45	0,67
51,0	58,5	7 350	5 150	120	370	290	385	300	0,38	0,55
54,0	62,0	8 400	5 500	150	420	325	445	345	0,32	0,47
58,0	66,5	10 000	6 500	185	470	365	510	395	0,28	0,39
63,5	72,0	12 100	7 600	240	540	425	590	465	0,23	0,32
TENSION ASSIGNÉE 12/20 (24) kV										
47,0	55,0	4 700		25	160	125	160	125	1,5	2,3
47,5	55,0	4 900		35	190	145	195	150	1,1	1,7
50,5	58,0	5 600	4 700	50	225	175	230	175	0,83	1,3
54,5	63,0	6 500	5 300	70	270	210	280	220	0,61	0,92
57,0	65,5	7 800	6 000	95	330	255	345	265	0,47	0,69
61,0	69,5	8 900	6 700	120	370	290	395	305	0,39	0,57
64,5	73,0	10 000	7 400	150	415	320	450	345	0,34	0,48
68,5	78,0	12 500	9 300	185	465	360	510	395	0,29	0,40
73,5	85,0	14 900	10 300	240	540	420	600	470	0,24	0,33

Annexe 14 : schéma synoptique de la station de traitement



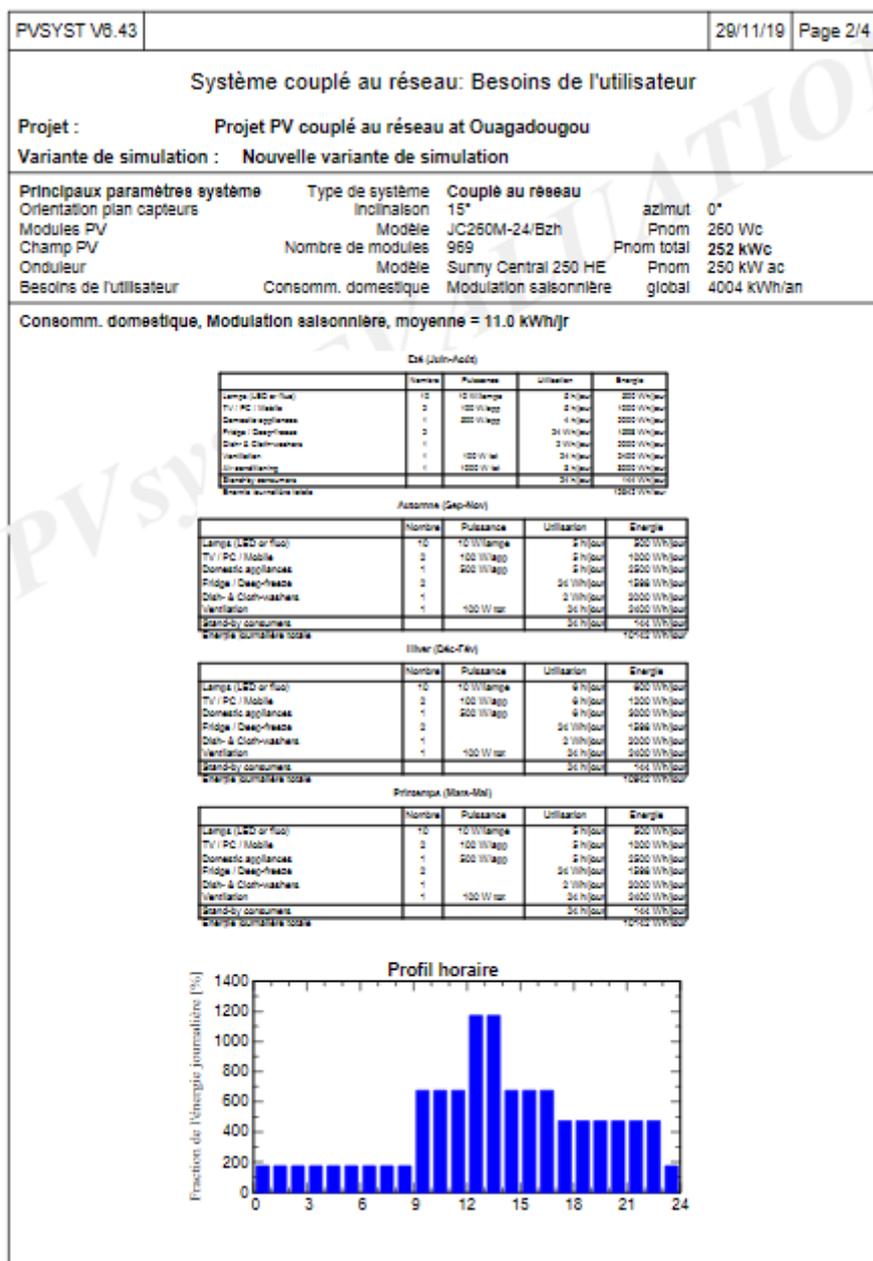
Annexe 15 : Raccordement des sous champs aux réseaux



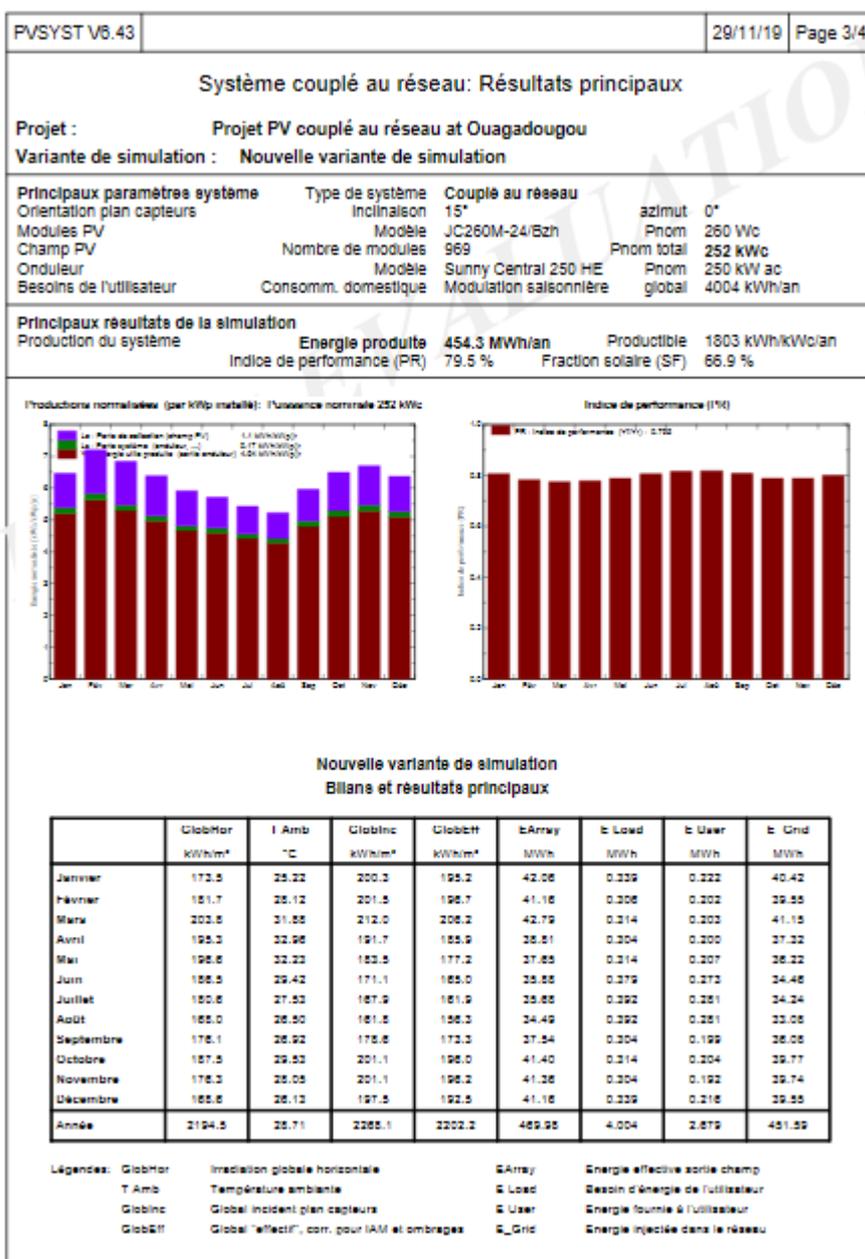
Annexe 16 : Simulation avec le logiciel PVsyst

PVSYST V6.43		29/11/19		Page 1/4	
Système couplé au réseau: Paramètres de simulation					
Projet : Projet PV couplé au réseau at Ouagadougou					
Site géographique		Ouagadougou		Pays Burkina Faso	
Situation		Latitude 12.3°N		Longitude 2.0°W	
Temps défini comme		Temps légal		Fus. horaire TU	
		Albédo 0.20		Altitude 330 m	
Données météo:		Ouagadougou		MeteoNorm 7.1 station - Synthétique	
Variante de simulation : Nouvelle variante de simulation					
		Date de la simulation		29/11/19 à 12h58	
Paramètres de simulation					
Orientation plan capteurs		Inclinaison 15°		Azimut 0°	
Modèles utilisés		Transposition Perez		Diffus Perez, Meteororm	
Horizon		Pas d'horizon			
Ombrages proches		Sans ombrages			
Caractéristiques du champ de capteurs					
Module PV		Si-poly		Modèle JC260M-24/Bzh	
<small>Origine PVsyst database</small>		Fabricant		Renesola	
Nombre de modules PV		En série		17 modules	
Nombre total de modules PV		Nbre modules		969	
Puissance globale du champ		Nominale (STC)		252 kWc	
Caractéristiques de fonct. du champ (50°C)		U mpp		529 V	
Surface totale		Surface modules		1576 m²	
				Surface cellule 1415 m²	
				En parallèle 57 chaînes	
				Puissance unitaire 260 Wc	
				Aux cond. de fonct. 227 kWc (50°C)	
				I mpp 429 A	
Onduleur					
<small>Origine PVsyst database</small>		Modèle		Sunny Central 250 HE	
Caractéristiques		Tension de fonctionnement		450-820 V	
		Nbre d'onduleurs		1 unités	
				Puissance totale 250 kWac	
Facteurs de perte du champ PV					
Fact. de pertes thermiques		Uc (const)		20.0 W/m²K	
Perte ohmique de câblage		Rés. globale champ		20 mOhm	
Perte de qualité module				Uv (vent) 0.0 W/m²K / m/s	
Perte de "mismatch" modules				Frac. pertes 1.5 % aux STC	
Effet d'incidence, paramétrisation ASHRAE		IAM =		1 - bo (1/cos I - 1)	
				Frac. pertes -0.8 %	
				Frac. pertes 1.0 % au MPP	
				Param. bo 0.05	
Besoins de l'utilisateur :					
Consomm. domestique		Modulation saisonnière			
moyenne		11.0 kWh/Jour			

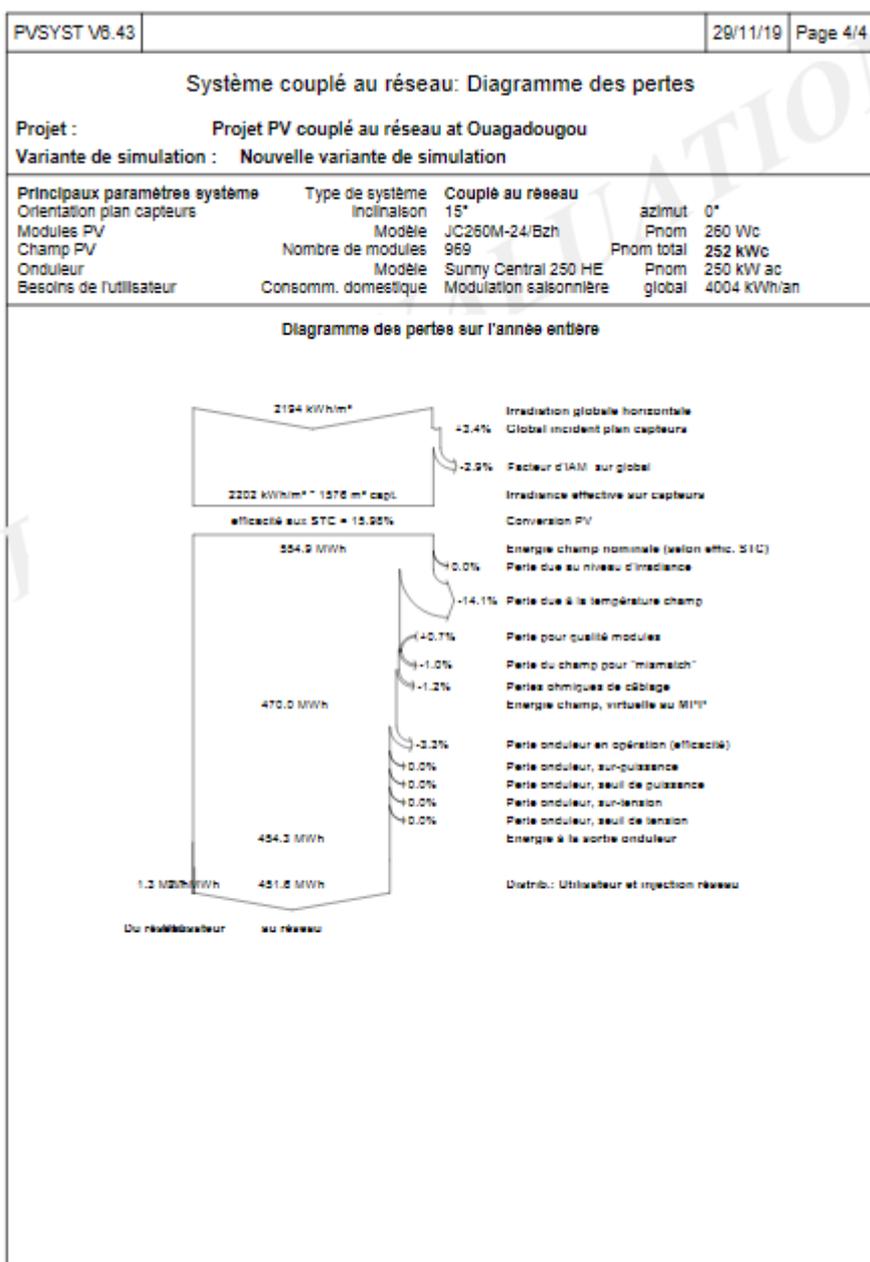
PVsyst Evaluation mode



PVSys Evaluation mode



Page d'évaluation mode



P:\proj\Simulation mode