



bnetd

**OPTIMISATION DES COÛTS ENERGETIQUES
D'EXPLOITATIONS AGRICOLES EN MILIEU RURAL : CAS
DU PROJET GREEN 2000 EN CÔTE D'IVOIRE**

MÉMOIRE POUR L'OBTENTION DU DIPLÔME D'INGENIEUR 2IE AVEC GRADE DE
MASTER
SPECIALITE : GENIE ELECTRIQUE ET ENERGETIQUE

Présenté et soutenu publiquement le 21 Juillet 2025 par

Gnandry Franck Fernandez KONAN (20200434)

Encadrant 2iE : Prof. Moussa SORO, Professeur titulaire (CAMES), Institut 2iE

**Maître de stage : M. Ibrahime SOUMARE, Analyste en énergie au Bureau National
d'Etudes Techniques et de Développement**

Jury d'évaluation du mémoire :

Président : Dr. Marie SAWADOGO

Membres et correcteurs : Dr. Hector TETE
Dr. Gaëlle KO

Promotion [2024 /2025]

Dédicace

A mes parents Monsieur et Madame N'DRI, mes Idoles. Vous n'avez cessé de m'aimer, de m'aider à avoir tout ce dont j'avais besoin, j'ai besoin et j'aurai besoin. Votre valeur traditionnelle a massivement participé à mon éducation dans tous les secteurs. Je ne saurai vous remercier pour votre vie dans ma vie.

A mes frères, Ezéchiel, Mondésir et Mardochée. Par vous, je me sens si utile pour les autres. Votre amour pour moi, m'accorde l'importance d'avoir une vie fraternelle.

A mes sœurs, Emmanuella, Grâce, Thabita, Onésiphore, Eliora. Vous avez toujours été là de loin comme de près à chaque étape de ma vie.

A ma grande famille, mes oncles, tantes, cousins, cousines et grands-parents. Je vous suis reconnaissant pour vos conseils, votre éducation particulière pour que j'ai le courage d'affronter la vie active.

Aux intellos, Aristarque ALOHOUTADE, Karelle NANA, Orlane ABOUGHUEU, Valera YAPO, pour vos rires, vos humeurs, votre présence durant ces années qui ne cessent jusqu'à présent. Vous avez donné à chaque moment une histoire inoubliable.

A mes sœurs d'une autre mère Malan, Anne, Dosso, Hanna, pour votre confiance, votre courtoisie et vos prières

Remerciements

Grâce à de nombreuses personnes et des parties prenantes entre entreprise, école et autres, nous avons pu fournir un travail digne d'une formation académique forte et d'une formation professionnelle plus réaliste. Je tiens donc à exprimer ma gratitude à ces personnes.

- Je remercie Monsieur le Directeur Général de l'Institut 2iE ainsi que tout le personnel administratif et enseignant ;
- Je remercie le Professeur Moussa SORO, mon encadrant pédagogique pour sa disponibilité et son encadrement ;
- Je tiens à remercier particulièrement M. Coulibaly KINAPARA, Directeur Général du BNED, de m'avoir donné l'occasion de participer aux activités importantes de l'entreprise à travers les projets de développement d'envergure de la Côte d'Ivoire et dans la sous-région ;
- Également, je remercie M. Ibrahime SOUMARE, mon encadrant professionnel, pour ses expertises, son encouragement, sa confiance, ses conseils qui jouent un rôle essentiel dans ma carrière professionnelle et sur ce projet ;
- Je remercie de même, Mme Allany BROU, une collaboratrice qui m'a permis de passer mon stage dans un cadre agréable et épanouissant ;
- Aussi, M. BAZIE Joël, M. Patrice KOUASSI, M. Moussa CISSE, M. Kouassi ALLANI, et toute l'équipe du Département Energie Environnement et Hydraulique pour leur accueil chaleureux, leur collaboration et leur esprit d'équipe ;
- Je tiens à remercier tous les aînés de l'institut 2iE au BNED
- Je tiens à remercier la famille TRAORE, ma famille adoptive de m'avoir soutenue dans mes débuts professionnels ;
- Je voudrais remercier toutes les personnes avec qui j'ai passé un bon moment au campus universitaire internes et externes ;
- Je voudrais remercier mes camarades stagiaires pour leur soutien et des moments partagés ensemble.

Résumé

Dans sa volonté de renforcer l'accès à l'énergie électrique et de combler le déficit énergétique de sa population, la Côte d'Ivoire a mis en place un cadre incitatif permettant aux entreprises de produire leur propre électricité, sous réserve du respect des normes environnementales en vigueur. C'est dans cette dynamique d'autonomie énergétique que le Projet GREEN 2000 a fait le choix, dès sa mise en service, d'alimenter ses différents sites par des groupes électrogènes, afin de répondre à ses besoins spécifiques en énergie. En 2024, des contraintes économiques ont conduit à l'arrêt des activités sur l'ensemble des sites, à l'exception de celui de Guitry dû au constat d'une consommation excessive de carburant. Face à cette situation préoccupante, la Présidence de la République, soucieuse de relancer ce projet stratégique, a sollicité l'appui du BNED pour proposer des solutions viables de remise en service. Sur le plan énergétique, l'objectif est de mettre en œuvre une solution d'alimentation plus économique, permettant de réduire considérablement les charges d'exploitation. La consommation énergétique étant directement liée à l'activité exercée sur chaque site, une analyse fine des besoins a été réalisée. À cet effet, quatre scénarios d'alimentation ont été étudiés (scénario 1 : alimentation exclusivement par groupes électrogènes ; scénario 2 : alimentation uniquement par le réseau public ; scénario 3 : alimentation groupe électrogène + champ solaire photovoltaïque ; scénario 4 : alimentation réseau public + champ solaire photovoltaïque). L'analyse comparative des scénarios nous a permis de recommander le scénario 4 comme solution optimale. Ce dernier présente en effet le meilleur temps de retour sur investissement, estimé à 11 ans, tout en offrant le coût moyen actualisé de l'énergie (LCOE) le plus bas, soit 65 FCFA/kWh sur une période de 20 ans. Il permet également une réduction de près de 75 % des coûts d'exploitation initiaux, ce qui représente une amélioration significative de la performance économique du projet. Bien que ce scénario présente des avantages notables, il n'est pas exempt de contraintes techniques, telles que la dépendance à la disponibilité du réseau public. Néanmoins, l'étude conclut que les quatre scénarios sont techniquement viables.

Mots clés : Champ photovoltaïque ; Réseau public ; Groupe électrogènes ; LCOE.

Abstract

As part of its drive to increase access to electrical energy and bridge the energy gap for its population, Côte d'Ivoire has set up an incentive framework enabling companies to generate their own electricity, subject to compliance with current environmental standards. As part of this drive for energy self-sufficiency, the GREEN 2000 Project chose, from the outset, to power its various sites with generators, in order to meet its specific energy needs. In 2024, economic constraints led to the cessation of activities at all sites, with the exception of Guitry, due to excessive fuel consumption. Faced with this worrying situation, the Presidency of the Republic, anxious to relaunch this strategic project, requested BNEDT's support in proposing viable solutions for restarting operations. On the energy front, the aim is to implement a more economical power supply solution, enabling a considerable reduction in operating costs. As energy consumption is directly linked to the activity carried out at each site, a detailed analysis of requirements was carried out.

To this end, four power supply scenarios were studied 4 scenarios (scenario 1: power supplied exclusively by generators; scenario 2: power supplied exclusively by the public grid; scenario 3: power supplied by generators + solar photovoltaic field; scenario 4: power supplied by the public grid + solar photovoltaic field). The comparative analysis of the scenarios enabled us to recommend scenario 4 as the optimum solution. It offers the best payback time, estimated at 11 years, and the lowest average discounted cost of energy (LCOE), at 65 FCFA/kWh over a 20-year period. It also delivers an almost 75% reduction in initial operating costs, representing a significant improvement in the project's economic performance. Although this scenario offers significant advantages, it is not free of technical constraints, such as dependence on the availability of the public grid. Nevertheless, the study concludes that all four scenarios are technically viable.

Key words : Photovoltaic field ; Public grid ; Generator ; LCOE.

Liste des abréviations

2iE :	Institut International d'Ingénierie de l'Eau et de l'Environnement
BNETD :	Bureau National d'Etudes Techniques et de Développement
AC :	Alternative Current
DC :	Direct Current
PV :	Photovoltaïque
TGBT :	Tableau Général Basse Tension
kW :	kiloWatt
kVA :	kiloVolt Ampère
A :	Ampère
OS :	Objectif Spécifique
ASTC :	Agriculture Services & Training Center/Centre de Formation & Services Agricoles
CPU :	Community Production United/Unité de Production Communautaire
UTE :	Union Technique de l'Electricité
tCO ₂ :	Tonnes de CO ₂
LCOE :	Levelized Cost of Electricity
VAN :	Valeur Actuelle Nette
ROIa :	Temps de Retour sur Investissement actualisé
Ej :	Energie journalière
BT :	Basse Tension
HT :	Haute Tension
GE :	Groupe Electrogène
PANER :	Plan d'Action Nationale des Energies Renouvelables
ANARE-CI :	Agence Nationale de Régulation d'Electricité de Côte d'Ivoire
MPPT :	Maximum Power Point Tracker
kWc :	kiloWatt crête
NIES :	Notice d'Impact Environnemental et social
NF :	Norme Française

Table des matières

Dédicace	ii
Remerciements	iii
Résumé	iv
Abstract	v
Liste des abréviations	vi
Liste des tableaux	x
Liste des figures	- 1 -
INTRODUCTION.....	- 2 -
Partie I : Généralités	3
I. Présentation de la structure d'accueil.....	4
I.1 Historique du BNETD.....	4
I.2 Statut juridique	5
I.3 Organigramme du BNETD	5
I.4 Politique, Qualité, Santé – Sécurité Environnement (QSE) du BNETD	7
II. Présentation du projet.....	7
II.1 Contexte du projet	7
II.2 Objectifs du projet.....	8
II.3 Résultats attendus	98
II.4 Situation géographique des sites du projet	109
III. Matériels et méthodes.....	10
III.1 Matériels de collecte des données	10
III.2 Etude technico-économique des solutions d'amélioration.....	1110
Partie II : Etat des lieux des installations des sites	1413
I. Évaluation et analyse de la consommation électrique.....	1514
I.1 Inventaire des groupes électrogènes installés.....	1514
I.2 Profil de charges des sites	1615
I.3 Analyse de la consommation électrique.....	1716
I.3.1 Profil de charge du site de Guitry.....	1716
I.3.2 Profil de charge du site de Guiembé	1716
I.3.3 Profil de charge du site de Kong	1817

I.3.4 Profil de charge du site de Zikisso	<u>1817</u>
II. Evaluation de l'exploitation des groupes électrogènes	<u>1817</u>
II.1 Description de l'exploitation des groupes électrogènes	<u>1817</u>
II.2 Consommation de carburant.....	<u>1918</u>
II.3 Consommation de lubrifiants	<u>2019</u>
II.4 Remplacement des filtres	<u>2120</u>
III. Etat de l'art des installations de production d'énergie électrique	<u>2120</u>
III.1 Système d'énergie conventionnelle.....	<u>2120</u>
III.2 Source d'énergies renouvelables	<u>2221</u>
III.3 Systèmes hybrides	<u>2322</u>
Partie III : Etude technique et économique des solutions d'optimisation	<u>2423</u>
I. Étude technique des systèmes d'énergie possible	<u>2524</u>
I.1 Système d'énergie solaire photovoltaïque.....	<u>2524</u>
I.1.1 Analyse des conditions environnementales des sites	<u>2625</u>
I.1.2 Dimensionnement analytique	<u>2726</u>
I.2 Systèmes d'énergie conventionnelle	<u>3332</u>
I.2.1 Alimentation à partir du réseau public	<u>3332</u>
I.2.2 Alimentation à partir des groupes électrogènes	<u>3736</u>
II. Etude d'optimisation de l'alimentation électrique des sites.....	<u>3837</u>
II.1 Cas de la localité de Kong.....	<u>4140</u>
II.2 Cas de la localité de Guiembé	<u>4140</u>
II.3 Cas de la localité de Zikisso	<u>4241</u>
II.4 Cas de la localité de Guitry	<u>4342</u>
II.5 Analyse d'étude technique	<u>4443</u>
III. Etude économique des solutions d'optimisation	<u>4443</u>
III.1 Présentation des indicateurs économiques	<u>4443</u>
III.2 Résultats des calculs économiques.....	<u>4746</u>
III.3 Analyse économique des scénarios d'optimisation.....	<u>4847</u>
Parties IV : Notice d'impact environnemental	<u>5049</u>
I. Rappel du cadre politique, législatif et réglementaire et institutionnel régissant le projet.....	<u>5150</u>
II. Présentation de l'étude	<u>5251</u>
III. Catégorisation du projet	<u>5251</u>

IV. Identification des phases du projet	<u>52</u> <u>51</u>
V. Identification des impacts environnementaux	<u>55</u> <u>54</u>
VI. Plan de Gestion Environnemental et Social	<u>55</u> <u>54</u>
VII. Bilan carbone	<u>57</u> <u>56</u>
Conclusion générale et Recommandations	<u>59</u> <u>58</u>
I. Conclusion	<u>59</u> <u>58</u>
II. Recommandations	<u>60</u> <u>58</u>
Bibliographie	<u>61</u> <u>60</u>
Annexes	a

Liste des tableaux

Tableau 1 : Les activités de chaque site	8
Tableau 2 : Ensemble des formules utilisées pour les études.....	11
Tableau 3 : Nombre et capacité des groupes électrogènes installés sur les sites.....	1544
Tableau 4 : Consommation énergétique des principales charges des sites.....	1615
Tableau 5 : Dépense mensuelle cumulée d'achat de carburant pour l'alimentation des groupes électrogènes	2019
Tableau 6 : Dépenses annuelles liées à l'achat du lubrifiant des groupes électrogènes des sites	2119
Tableau 7 : Dépenses annuelles liées à l'achat des filtres des groupes électrogènes.....	2120
Tableau 8 : Surface utile pour chaque pour installation solaire	2625
Tableau 9 : Irradiation moyenne journalière des sites du projet (source : PVGIS).....	2726
Tableau 10 : Caractéristiques du module photovoltaïque choisi.....	2726
Tableau 11 : Puissance crête disponible sur chaque site	2726
. Tableau 12 : Caractéristiques de l'onduleur.....	2827
Tableau 13 : Puissances et nombre d'onduleurs	2827
Tableau 14 : Récapitulatif de la configuration des champs PV.....	2928
Tableau 15 : Section de câble et chute tension de l'onduleur au coffret AC de chaque site	3029
Tableau 16 : Section de câble et chute de tension du coffret AC au point d'injection de chaque site	3130
Tableau 17 : Caractéristique du parafoudre DC	3130
Tableau 18 : Caractéristique du parafoudre AC	3231
Tableau 19 : Caractéristique du fusible DC.....	3231
Tableau 20 : Caractéristique de l'interrupteur-sectionneur.....	3332
Tableau 21 : Tableau récapitulatif des puissances nominales des sites en puissance.....	3433
Tableau 22 : Récapitulatif des puissances	3534
Tableau 23 : Section de câble et chute de tension du poste de transformation au TGBT	3635
Tableau 24 : Caractéristiques des groupes électrogènes	3837
Tableau 25 : Capacité des groupes électrogènes à installer par site	3837
Tableau 26 : La part des différentes sources d'alimentation du site de Kong	4140
Tableau 27 : La part des différentes sources d'alimentation du site de Guiembé.....	4241
Tableau 28 : La part des différentes sources d'alimentation du site de Zikisso.....	4241
Tableau 29 : La part des différentes sources d'alimentation du site de Guitry	4342
Tableau 30 : Résultats financiers de la localité de Kong.....	4746
Tableau 31 : Résultats des indicateurs financiers de la localité de Guiembé	4746
Tableau 32 : Résultats des indicateurs financiers de la localité de Zikisso	4847
Tableau 33 : Résultats des indicateurs financiers de la localité de Guitry	4847
Tableau 34 : Différentes phases du projet	5453
Tableau 35 : Impacts potentiels sur les facteurs environnementaux	5554
Tableau 36 : Plan de gestion des impacts identifiés	5554
Tableau 37 : Coefficient d'émission de CO2eq par source d'alimentation électrique	5756
Tableau 38 : Récapitulatif de tCO2 émis par le scénario	5756

Tableau 39 : Récapitulatif de tCO2 émis par le champ PV des sites	<u>5756</u>
Tableau 40 : Récapitulatif de tCO2 émis par le champ PV des sites	<u>5756</u>
Tableau 41 : Récapitulatif de tCO2 émis par le champ PV des sites	<u>5857</u>

Liste des figures

Figure 1 : Siège social du BNETD	5
Figure 2 : Organigramme du BNETD	6
Figure 3 : Zones géographiques des sites du Projet GREEN dans l'espace Ivoirien	109
Figure 4 : Profil de charge des sites	1716
Figure 5 : Consommation mensuelle de carburant de site Guitry (b), Guiembé (a), Kong (c) et Zikisso (d)	1918
Figure 6 : Schéma de principe d'alimentation solaire Photovoltaïque sans stockage	2625
Figure 7 : Schéma de raccordement au réseau public pour l'alimentation électrique des sites	3433
Figure 8 : Schéma synoptique d'alimentation à partie des groupes électrogènes	3736
Figure 9 : Schéma synoptique d'alimentation à partir du réseau public et du groupe électrogène	3938
Figure 10 : Schéma synoptique d'alimentation à partir des groupes électrogènes et champ photovoltaïque	4039
Figure 11 : Schéma synoptique d'alimentation à partir d'un système PV connecté au réseau	4039
Figure 12 : Graphique de productible du champ solaire et de la charge du site de Kong	4140
Figure 13 : Graphique de productible du champ solaire et de la charge du site de Guiembé	4241
Figure 14 : Graphique de productible du champ solaire et de la charge du site de Zikisso	4342
Figure 15 : Graphique de productible du champ solaire et de la charge du site de Guitry ..	4443

INTRODUCTION

La Côte d'Ivoire, depuis une décennie, fait face à un développement rapide plus précisément dans le domaine industrielle, agricole et autres secteurs d'activités. Cette croissance suit une demande proportionnelle au besoin énergétique auquel l'État ivoirien essaie de remédier. Le réseau ivoirien est confronté à des pertes techniques et commerciales, et le financement des infrastructures massifs nécessaires à la modernisation et à l'expansion du réseau reste un enjeu majeur pour assurer une qualité de service et une couverture électrique équitable sur l'ensemble du territoire.

Pour ne pas être affecté par les arrêts de fourniture d'énergie électriques sur le réseau public, des industries de production sensible préfèrent produire leur propre énergie électrique à parti des sources combustibles, fossiles, ou renouvelable. Majoritairement, la source la plus connue et utilisée est le diesel par le groupe électrogène.

L'exploitation d'une telle centrale pour un petit besoin peut être souvent couteux pour l'exploitant. Le Projet GREEN 2000, un projet agro-industriel utilise ces sources pour l'alimentation électrique de ses sites de projet en Côte d'Ivoire qui sont : Guitry, Guiembé, Kong, Zikisso. Du fait de l'exploitation couteuse, l'exploitant souhaite réduire ses dépenses d'exploitation et en même temps répondre aux exigences d'une présence permanente d'électricité sur ses sites de projets.

L'objectif principal de notre étude est de proposer une solution d'alimentation permettant d'optimiser l'alimentation électrique des sites du projet GREEN 2000.

Ce rapport est réparti en 4 grandes parties principales, à savoir :

- Les généralités ;
- L'état des lieux des installations des différents sites et l'état de l'art des installations d'alimentation énergétique ;
- Les études technique et économiques des solutions d'optimisation ;
- La notice d'impact environnemental.

Partie I : Généralités

I. Présentation de la structure d'accueil

I.1 Historique du BNETD

Depuis sa création en 1964, la Direction et Contrôle des Grands Travaux (DCGTx) devenu le Bureau National d'Etudes Techniques et de Développement (BNETD) en 2002, assiste l'Etat ivoirien dans les prises de décision concernant le développement du pays.

Aujourd'hui, évoluant en suivant la tendance internationale toujours dans l'optique de contribuer au développement de la Côte d'Ivoire et de l'Afrique, le BNETD est présent dans 16 pays de l'Afrique.

En janvier 2016, dans l'objectif de construire un pôle d'expertise plus compétitif, la Direction Générale, dirigée par M. Kinapara COULIBALY depuis 2015 jusqu'à ce jour, initie des actions en termes de réflexion stratégique en élaborant le « Plan Stratégique 2016-2020 – BNETD 3.0 » qui ambitionne de faire de lui « un pôle d'expertise de haut niveau de service du développement et un partenaire privilégié de l'Etat de Côte d'Ivoire ». Ce plan repose sur 5 axes stratégiques qui sont principalement :

- Opérationnalisation de l'émergence ;
- Excellence opérationnelle ;
- Innovation pour l'émergence ;
- Force spéciale de développement ;
- Rentabilité et pérennité.



Figure 1 : Siège social du BNEDT

I.2 Statut juridique

Le BNEDT est une Société d'Etat de Droit Privé.

I.3 Organigramme du BNEDT

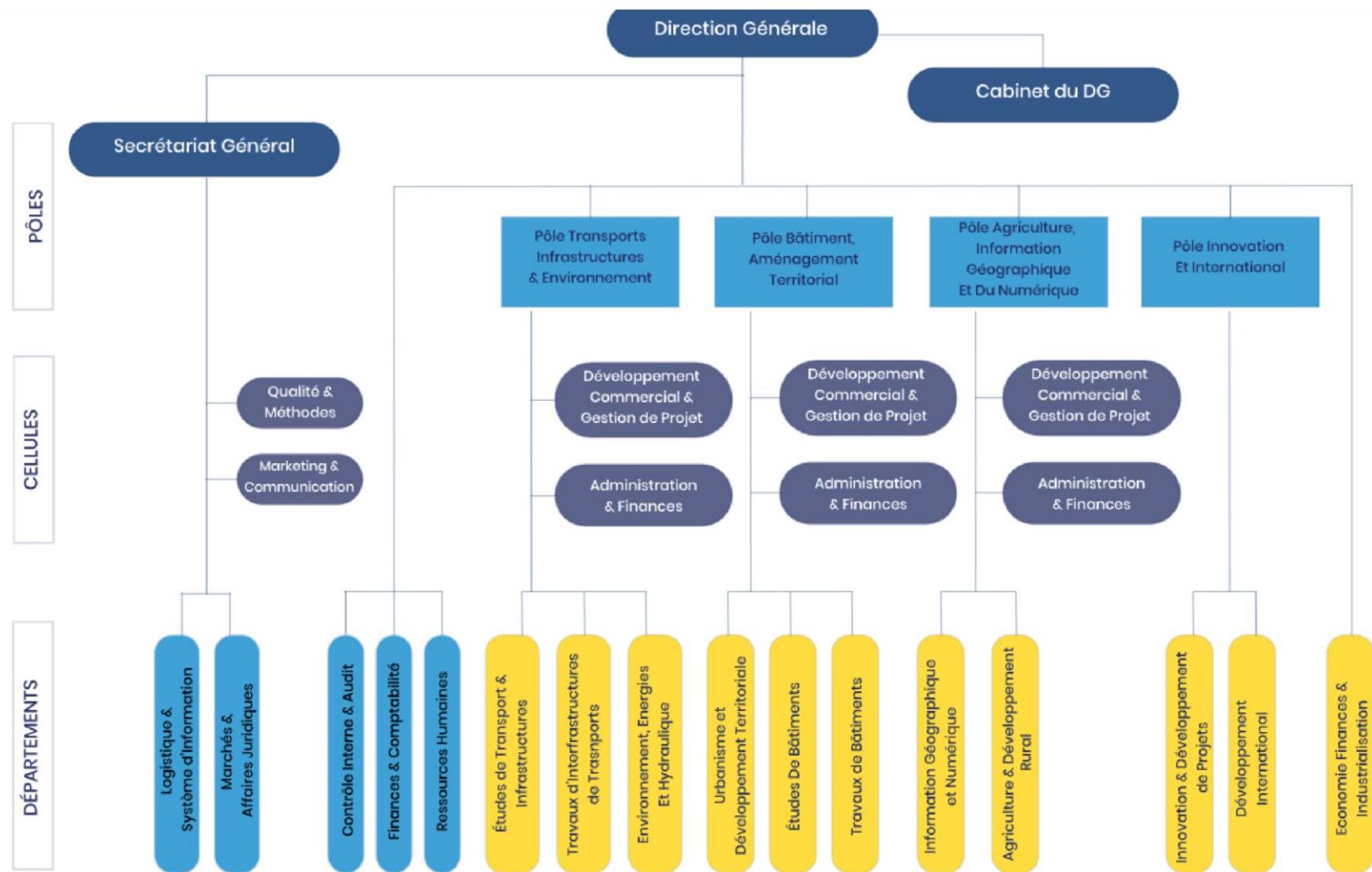


Figure 2 : Organigramme du BNEDT

I.4 Politique, Qualité, Santé – Sécurité Environnement (QSE) du BNEDT

Le BNEDT est certifié norme ISO 9001 depuis 2013. Aussi, il aspire à l'amélioration de son Système de Management et de la Qualité tout en intégrant la Qualité, la Santé Sécurité au travail et l'Environnement. En 2024, le BNEDT obtient donc deux autres certifications : ISO 45001 et ISO 14001[1].

Les axes stratégiques du « BNEDT 3.5 » sont définis comme suit :

- Développement de la Côte d'Ivoire ;
- Efficience opérationnelle ;
- Ressources humaines et éthique ;
- Financement des activités.

Ces axes ont été définies par des objectifs qui sont ensuite évalués à travers des indicateurs. Cette évaluation qui est périodique permet de voir la progression des performances de l'entreprise.

II. Présentation du projet

II.1 Contexte du projet

Dans sa volonté d'éradiquer la pauvreté et de renforcer la sécurité alimentaire en zones rurales, l'Etat ivoirien a signé le 19 octobre 2020 un partenariat avec la société israélienne GREEN 2000 Ltd, réputée pour la création de centres de services et de productions agricoles (ASTC) [2].

Ce partenariat a permis de mettre en œuvre le projet dénommé « Projet Green 2000 » visant à renforcer les capacités de production, de transformation et de commercialisation des produits agricoles des populations rurales dans quatre (04) localités de la Côte d'Ivoire à savoir à Guitry, Guiembé, Kong et Zikisso. Les types d'exploitations agricoles sont réparties par localité et comprennent généralement la production de légumes (tomates, poivron, oignon, etc.) et la production animale (élevage avicole et aquaculture).

Dans le cadre dudit projet, le Bureau National d'Études Techniques et de Développement (BNEDT), en sa qualité de bureau-conseil de l'État de Côte d'Ivoire, a été mandaté en juillet

2022 pour effectuer le suivi opérationnel de l'exploitation des sites du projet conformément au contrat liant la société GREEN 2000 Ltd à l'État de Côte d'Ivoire.

Au cours de la phase d'exploitation du projet, la consommation en électricité apparaît comme l'un des maillons faibles de la viabilité des activités des sites qui sont actuellement alimentés uniquement à partir de groupes électrogènes. Cette source d'alimentation énergétique a été proposée sans une étude préalable d'optimisation de la production d'énergie pour les différents sites.

Le BNETD a entrepris de faire une étude approfondie d'une part de la consommation énergétique des sites et d'autre part de l'optimisation de la production de l'énergie électrique. Cette étude prendra en compte les aspects techniques et économiques, et les impacts environnementaux. C'est dans ce cadre qu'un stage a été proposé sur le thème « Optimisation des coûts énergétiques d'exploitations agricoles en milieu rural : cas du projet GREEN 2000 en Côte d'Ivoire ».

Le tableau 1 présente les activités de chaque site.

Tableau 1 : Les activités de chaque site

Site	Activités agricoles
Guimba	Aquaculture et agriculture
Guitry	Aviculture et agriculture
Kong	Aviculture et agriculture
Zikisso	Myciculture et agriculture

II.2 Objectifs du projet

L'objectif général de l'étude est de proposer une solution permettant d'optimiser l'alimentation électrique des sites du projet GREEN 2000.

Les objectifs spécifiques pour chaque site se présentent comme suit :

- OS 1 : Evaluer la consommation électrique de chaque site.
- OS 2 : Réaliser l'étude technique y compris la comparaison avec d'autres sources d'énergie.
- OS 3 : Faire l'étude économique et environnementale des solutions énergétiques proposées.

II.3 Résultats attendus

Les résultats attendus dans le cadre du présent stage se présentent comme suit :

- La source d'alimentation existant (Groupes électrogènes) est auditée ;
- Le besoin en énergie électrique est évalué ;
- La consommation en carburant est évaluée ;
- Le cout mensuel de la consommation électrique lié à la source d'alimentation actuelle est évalué ;
- Les solutions d'alimentation envisageables sont identifiées ;
- Le cout de la consommation électrique lié à chaque solution d'alimentation envisageable est évalué ;
- La solution d'alimentation optimale est proposée ;
- Un mode opératoire d'exploitation de la solution d'alimentation optimale est donné ;
- Des recommandations sont faites.

II.4 Situation géographique des sites du projet

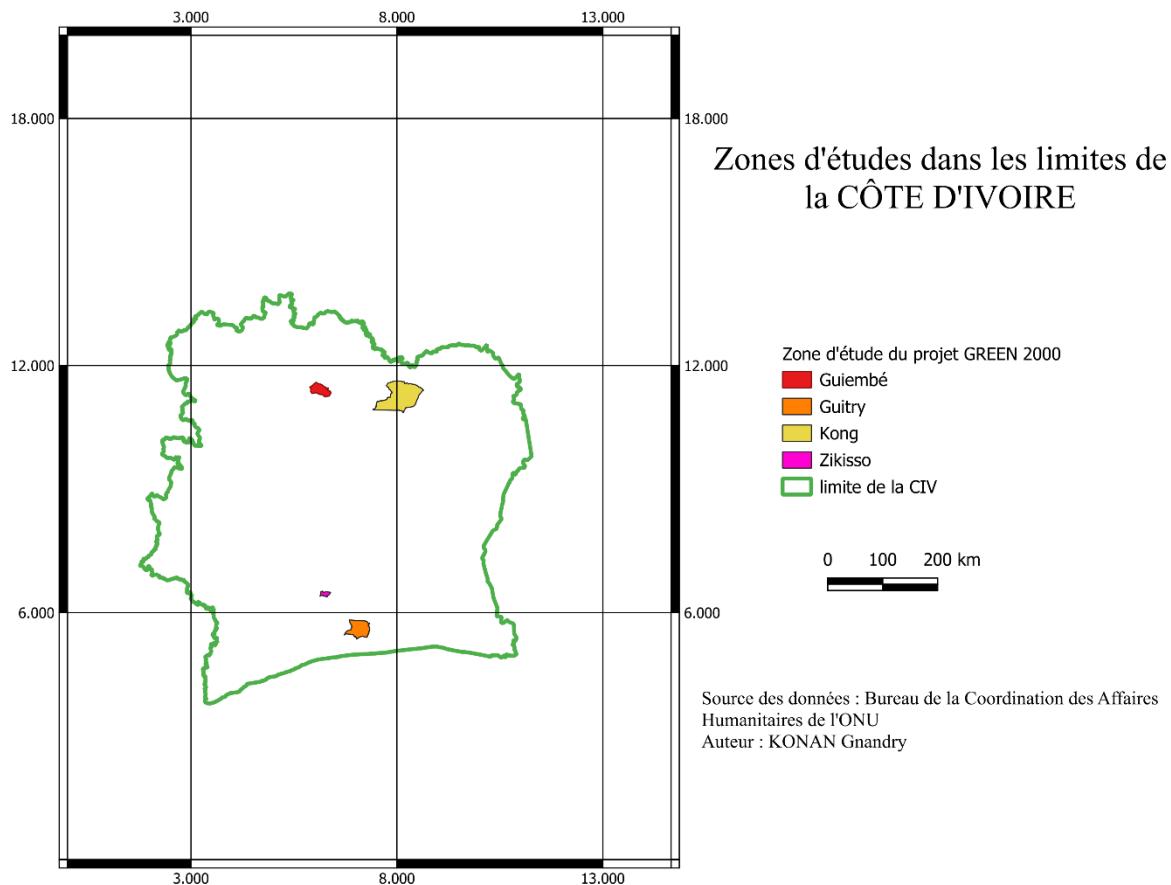


Figure 3 : Zones géographiques des sites du Projet GREEN dans l'espace Ivoirien

III. Matériels et méthodes

Dans cette section nous décrivons les matériels qui ont été utilisées pour les études de conceptions et la démarche suivi pour les études technique, économique et environnementale.

III.1 Matériels de collecte des données

Pour la réalisation des études, une mission de terrain a été effectuée sur les sites du Projet GREEN 2000 afin de collecter les données nécessaires. Au cours de cette visite, il s'agissait de faire sur les quatre (4) sites, l'état des installations électriques, des sources d'alimentation (la capacité des groupes électrogènes) de la consommation d'énergie et, du besoin en puissance électrique.

Les matériels utilisés dans le cadre de cette mission sont présentés ci-dessous :

- Multimètre ;
- Pince ampèremétrique ;

- Mètre ;
- Ordinateur.

III.2 Etude technico-économique des solutions d'amélioration

Pour répondre de manière structurée aux objectifs de ce projet, une méthodologie d'étude a été mise en place, articulée autour de trois grands axes :

- **Etude technique** : cette phase portera sur le dimensionnement des solutions d'optimisation envisageable, ainsi que sur une analyse comparative de ces options sur le plan technique. Les options envisageables dans notre étude sont les scénarios possibles. Il prend en compte également le mode opératoire du système électrique construit.
- **Etude économique** : Elle consistera à évaluer le coût d'installation des solutions retenues, à calculer le coût actualisé de l'énergie (LCOE) ainsi que le retour sur investissement actualisé (ROIA) et à faire une comparaison économique. Ces indicateurs permettront d'analyser la viabilité économique et la rentabilité du projet.
- **Notice d'impact environnemental** : Cette étape visera à évaluer les impacts potentiels du projet sur l'environnement, avant, pendant, et après sa mise en œuvre.

Nous récapitulons dans le tableau 1 l'ensemble des formules utilisées dans le cadre de ce présent rapport :

Tableau 2 : Ensemble des formules utilisées pour les études

Désignation	Descriptions des paramètres	Formule	N°	Référence
Energie journalière	E_j : Energie journalière consommée (Wh/j) P_{app} : puissance unitaire d'appareil (W) T_{fonct} : durée de fonctionnement de l'appareil (h)	$E_j = P_{app} \times t_{fonct}$	1	[8], [5]
Puissance crête	P_c : Puissance crête (W _c) G_{STC} : Irradiance en conditions STC (W/m ²) S_{active} : surface active (m ²) η_{mod} : Rendement du module	$P_c = G_{STC} \times S_{active} \times \eta_{mod}$	2	[4], [8]
Puissance nominale de l'onduleur	P_{nond} : Puissance nominale de l'onduleur (kW ou W)	$0,9 \times P_c \leq P_{nond} \leq 1,1 \times P_c$	3	[8]

Nombre de module en série	N _s : nombre de module en série par chaîne V _{min,MPP ond} : tension minimale entrée onduleur V _{max,MPP ond} : tension maximale entrée onduleur V _{max,mod} : tension maximale du module V _{min,mod} : tension minimale du module	$1,1 \times \frac{V_{min,MPP,ond}}{V_{min,mod}} < N_s$ $< 0,95 \times \frac{V_{max,MPP,ond}}{V_{max,mod}}$	4	[8]
Tensions maximale métro et	V _{max,mod} : tension maximale du module V _{min,mod} : tension minimale du module K _{T,Voc} : coefficient température module par rapport au V _{oc} K _{T,Vmp} : coefficient température module par rapport au V _{mp} T _{min,cellule} : température minimale de la cellule T _{max,cellule} : température maximale de la cellule V _{oc,mod} : tension en circuit ouvert du module V _{oc,mod} : tension en puissance nominale du module	$V_{min,mod} = V_{mp,mod} + K_{T,Vmp}(T_{max,cellule} - 25)$ $V_{max,mod} = V_{oc,mod} - K_{T,Voc}(T_{min,cellule} - 25)$	5	[8]
Nombre de string	N _{string} : Nombre de chaîne	$N_{string} < \frac{I_{max,ond}}{I_{cc,mod}}$	6	[8]
Nombre de module	P _{c,max ond} : puissance maximale admissible de l'onduleur P _{c,module} : puissance maximale de module	$N_{modu} < \frac{P_{c,maxond}}{P_{cmod}}$	7	[8]
Ratio de performance	RP : Ratio de Performance P _{ac} : puissance nominale onduleur AC P _{dc} : puissance générateur PV	$RP = \frac{P_{ac}}{P_{dc}}$	8	[8]
Puissance apparente	S : puissance apparente (kVA ou VA) P _{active} : puissance active (kW ou en W) Q _{reac} : Puissance réactive (kVA _r ou en VA _r)	$S = \sqrt{(P_{active}^2 + Q_{reac}^2)}$	9	[10]
Courant admissible	I _z : courant admissible (A) I _n : Calibre du disjoncteur (A) F _n : Facteurs de corrections	$I_z = \frac{I_n}{\prod F_n}$	10	[10]
Parafoudre de type DC	N _g : intensité de foudroiement N _k : niveau kéraunique de la zone L _{critique} : longueur critique entre le champ PV et l'onduleur	$N_g = \frac{Nk}{10}$ $L_{critique} = \frac{200}{N_g}$	11	[8]
Puissance d'appoint	E _{app} : énergie d'appoint (kWh) G _{STC} : Irradiance en condition STC E _i : ensoleillement journalier (kWh/m ² /j) RP : ratio de performance	$P_c = \frac{E_{app} \times G_{STC}}{E_i \times RP}$	12	
Chute de tension	ΔU _n : chute de tension (V) L : la longueur (m) R : la résistivité du câble X : la réactance du câble S _{câble} : la section de câble (mm ²) Cos (phi) : facteur de puissance U _n : tension (V)	$\Delta U_n = \sqrt{3} \cdot I_B \left(R \frac{L}{S_{câble}} \cos \varphi + X L \sin \varphi \right) [V]$ $\Delta U = \frac{\Delta U_n}{U_n} \times 100 [\%]$	13	[10]
Valeur Actuelle Nette	VAN : valeur actuelle nette (FCFA) n : année (an) r : taux d'actualisation (%)	$VAN = \sum_{n=0}^{20} \frac{CF_n}{(1+r)^n}$	14	[8]

Temps de retour sur investissement	CF _n : flux de trésorerie (FCFA/an) ROI : temps de retour sur investissement (an ou mois) I _n : investissement initial (FCFA) CF ₁ : flux de trésorerie (FCFA/an)	$ROI = \frac{I_n}{CF_1}$	15	[3]
Coût actualisé de l'énergie	LCOE : coût actualisé de l'énergie (FCFA/kWh) I _n : investissement initial (FCFA) Q _t : production annuelle d'énergie (kWh) CF : flux de trésorerie (FCFA/an) r : taux d'actualisation (%) n : année (an)	$LCOE = \frac{I_n + \sum_{t=0}^n \frac{CF}{(1+r)^t}}{\sum_{t=0}^n \frac{Q_t}{(1+r)^t}}$	16	[7]
Niveau d'exposition	FPV : niveau d'exposition NK : niveau kéraunique Φ : coefficient de recommandation δ : coefficient sur la situation de la ligne aérienne	$FPV = NK \times (1 + \Phi + \delta)$	17	[6]
Tonne de CO_{2eq} évitées	EE : émissions évitées (t CO _{2eq} /an) Q _t : production annuelle d'énergie (kWh) y : facteur d'émission (gCO _{2eq} /kWh)	$EE = Q_t \times y$	18	[8], [9]

Partie II : Etat des lieux des installations des sites

I. Évaluation et analyse de la consommation électrique

I.1 Inventaire des groupes électrogènes installés

Cette section présente l'inventaire détaillé des groupes électrogènes présents sur les différents sites étudiés. L'objectif principal de cet inventaire est de fournir une base de données pour l'analyse de la consommation énergétique et l'identification des principaux postes de charge. Les informations recueillies comprennent la puissance nominale et la durée d'utilisation quotidienne et mensuelle.

Les données ont été collectées par le biais du personnel présent sur les sites, des plans électriques et des plaques signalétiques des groupes électrogènes.

Le tableau présente les groupes électrogènes et leurs capacités :

Tableau 3 : Nombre et capacité des groupes électrogènes installés sur les sites

Site	Fabricant	Capacité des GE (kVA)	Nombre
Guitry	DOOSAN	410	1
	DOOSAN	255	1
	DOOSAN	330 kVA	1
	AKSA	135 kVA	2
	AKSA	110 kVA	1
Zikisso	DAGATECH	33 kVA	1
	AKSA	135 kVA	1
	DATACOM	410 kVA	1
	DATACOM	585 kVA	1
Guimbé	DATACOM	255 kVA	1
	AKSA	135 kVA	1
	DOOSAN	330 kVA	2
	DOOSAN	450 kVA	2
Kong	DATACOM	255 kVA	1
	AKSA	110 kVA	1
	AKSA	135 kVA	1
	DATACOM	410 kVA	1
	DATACOM	220 kVA	1

Le tableau 3 présente les principales charges regroupées avec leur temps de fonctionnement :

Tableau 4 : Consommation énergétique des principales charges des sites

Site	Désignation	Temps de fonctionnement (h)	Puissance demandée (kW)	Energie journalière consommée (kWh)
Guityry	Installations ASTC	24	39	936
	Pullet	24	19	456
	Layer	24	69	1 656
	Installations CPU	12	9	216
	Total		136	3 264
Guimembé	Pisciculture	24	230	5 520
	Administration	8	40	320
	Logements	14	20	280
	Eclairage public, hangar, parking	12	5	60
	Total		275	5 900
Kong	Couveuse, chambre froide, entrepôt	24	39	936
	Hangar, parking, éclairage public	12	8	96
	Installations administratives	8	13	104
	Logements	14	20	280
	Installations Pullet	24	27,34	656,16
	Installations Layer	24	69	1656
	Total		176,34	3 728,16
Zikisso	Installations logements des responsables	18	9	162
	Installations ASTC	24	99	2376
	Installations CPU	9	6	54
	Total		114	2592

I.2 Profil de charges des sites

Les profils de charge présentée à la figure 1 illustre la variation de la demande en puissance appelée au cours d'une journée dans le mois de juin 2024, reflétant les besoins spécifiques des sites. Les données ayant permis de tracer ce profil ont été collectées lors d'une visite sur les sites, effectuée pendant leur période de fonctionnement, avant l'arrêt des activités.

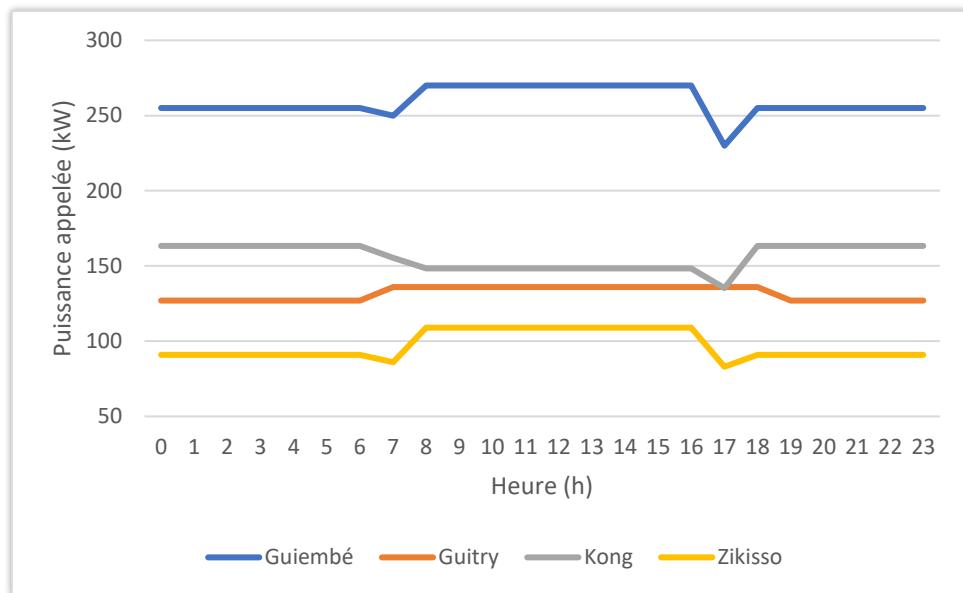


Figure 4 : Profil de charge des sites

I.3 Analyse de la consommation électrique

I.3.1 Profil de charge du site de Guitry

Le site de Guitry présente un profil énergétique dominé par des activités de production continue, notamment les unités Pullet, Layer, ASTC et écloserie, qui fonctionnent 24 heures sur 24. Cette constance de la charge s'explique par la nécessité de maintenir des conditions environnementales très strictes (température, ventilation, éclairage, humidité) pour les cycles de production avicole.

En parallèle, les logements du personnel fonctionnent sur 14 heures par jour, traduisant une consommation résidentielle typique répartie entre les périodes matinales et nocturnes.

I.3.2 Profil de charge du site de Guiembé

À Guiembé, la pisciculture constitue la charge dominante, avec une puissance élevée et un fonctionnement en continu. La consommation est tirée par les pompes à eau, l'aération, les systèmes de filtration, et éventuellement la réfrigération pour la conservation des produits.

Le bâtiment administratif, les logements, l'éclairage public, et les hangars présentent des profils similaires à ceux des autres sites, avec des durées de fonctionnement étagées entre 8 h et 14 h.

Le site affiche donc un profil de charge caractérisé par une forte base stable, complétée par des charges secondaires intermittentes, ce qui nécessite une solution d'alimentation capable de fournir à la fois une énergie continue fiable et de gérer les pics occasionnels.

I.3.3 Profil de charge du site de Kong

Le site de Kong se distingue par la présence simultanée de plusieurs unités de production avicole (Pullet, Layer), qui fonctionnent également 24 heures sur 24. Cela induit une consommation constante, comparable à celle observée sur le site de Guitry.

Le reste des installations (administration, logements, hangars, éclairage) suit la même logique d'exploitation horaire, avec des charges variables selon les périodes d'activité humaine.

La combinaison d'une forte charge stable de base et d'usages ponctuels bien identifiés nécessite une approche hybride d'alimentation capable de prioriser la stabilité tout en optimisant l'énergie disponible sur les créneaux à faible demande.

I.3.4 Profil de charge du site de Zikisso

Le profil énergétique de Zikisso est également marqué par la présence de l'unité ASTC, qui fonctionne en continu et constitue la principale charge stable du site. Cette activité justifie une demande constante en énergie, notamment pour l'alimentation de machines, de chambres de conservation, et de ventilation.

Comme à Guitry, les autres infrastructures ; logements, administration, éclairage, hangars ; fonctionnent de manière intermittente. Leur consommation est répartie selon des tranches horaires classiques : 8 h pour l'administration, 12 h pour l'éclairage et les hangars, et 14 h pour les logements.

La courbe de charge du site présente donc une base constante élevée, renforcée par des pics intermittents liés à l'activité humaine et à la nécessité d'éclairage nocturne.

II. Evaluation de l'exploitation des groupes électrogènes

II.1 Description de l'exploitation des groupes électrogènes

Chaque site dispose de plusieurs groupes électrogènes, de puissances variées, dimensionnés pour couvrir les besoins spécifiques en énergie. L'exploitation est assurée de manière autonome par le personnel sur site, chargé de la mise en service, de la surveillance, du ravitaillement en carburant et de la maintenance.

Les groupes sont généralement exploités en mode manuel, avec des démarriages et arrêts effectués selon les besoins en électricité des bâtiments et équipements. L'absence de système

d'automatisation ou de synchronisation rend l'exploitation moins flexible, notamment en cas de variations de charge.

II.2 Consommation de carburant

L'analyse de la consommation de carburant est une étape clé dans l'évaluation de la performance énergétique des groupes électrogènes en service sur les différents sites. Elle permet non seulement d'estimer les coûts d'exploitation, mais également de détecter d'éventuelles inefficiences liées à une mauvaise gestion ou à un surdimensionnement des équipements. Les figures montrent la consommation mensuelle de carburant pour chaque site de l'année 2024 :

Profil de la consommation de carburant du site des sites

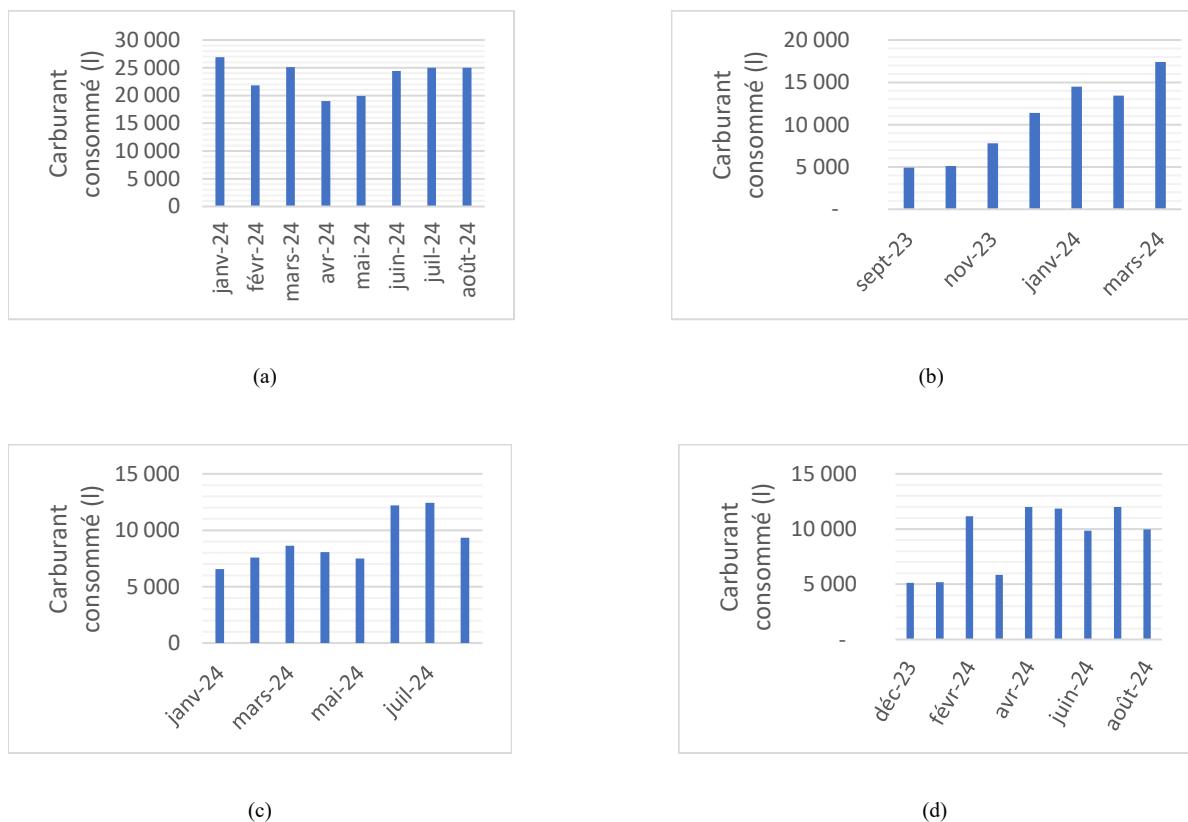


Figure 5 : Consommation mensuelle de carburant de site Guitry (b), Guiembé (a), Kong (c) et Zikisso (d)

Analyse de la consommation de carburant des sites

L'ensemble des sites étudiés qui sont notamment Guitry, Zikisso, Guiembé et Kong fonctionne exclusivement à partir de groupes électrogènes, assurant ainsi une alimentation électrique continue pour toutes les infrastructures critiques et annexes. La consommation mensuelle de

carburant sur ces sites révèle des volumes significatifs, traduisant l'intensité des activités et la nature des équipements en exploitation. Le site de Guiembé présente la plus forte consommation, en raison des exigences énergétiques élevées liées à l'activité de pisciculture, qui nécessite un fonctionnement permanent des pompes, systèmes d'aération et dispositifs de régulation. Les sites de Zikisso et Kong affichent respectivement 4 842 litres et 4 725 litres, utilisés principalement pour les unités de production avicole et les équipements de soutien (logements, hangars, éclairage). Quant au site de Guitry, il enregistre une consommation de 3 951 litres, couvrant les besoins énergétiques de plusieurs installations techniques, dont l'écloserie, les bâtiments d'élevage et les zones de vie. Ces volumes traduisent une forte dépendance au carburant, liée à un fonctionnement quasi continu des groupes sur tous les sites.

Le tableau ci-dessous présente le coût d'achat du carburant ainsi que les dépenses mensuelles cumulées associées.

Tableau 5 : Dépense mensuelle cumulée d'achat de carburant pour l'alimentation des groupes électrogènes

	Carburant (gasoil)	Dépense mensuelle cumulée
Guitry		53 313 260 FCFA
Guiembé		131 911 229 FCFA
Kong		51 670 905 FCFA
Zikisso		55 170 115 FCFA
	755 FCFA/l	

II.3 Consommation de lubrifiants

Sur l'ensemble des sites, les huiles moteur utilisé pour la lubrification des groupes électrogènes sont principalement des huiles de type semi-synthétique, adaptées aux moteurs diesel de forte puissance.

Conformément aux préconisations du constructeur, une vidange est effectuée toutes les 250 heures de fonctionnement. Cette opération permet de garantir une protection continue du moteur et de prévenir les pannes coûteuses. Nous avons calculé les dépenses annuelles en huile de vidange pour chaque site en considérant trois paramètres clés : le nombre de groupes électrogènes présents, la capacité en huile spécifique à chaque groupe, et la fréquence des vidanges déterminée par leur durée d'utilisation conformément aux préconisations techniques.

Le tableau ci-dessous présente le coût d'achat de l'huile ainsi que les dépenses annuelles associées.

Tableau 6 : Dépenses annuelles liées à l'achat du lubrifiant des groupes électrogènes des sites

	Coût d'achat	Dépense annuelle
Guity	350 000 FCFA	3 850 000 FCFA/an
Guimbé		4 200 000 FCFA/an
Kong		3 675 000 FCFA/an
Zikisso		3 412 500 FCFA/an

II.4 Remplacement des filtres

Chaque groupe électrogène est équipé de plusieurs types de filtres, dont les principaux sont :

- **Filtre à air** : empêche l'entrée de particules solides dans le moteur en purifiant l'air de combustion ;
- **Filtre à huile** : retient les impuretés présentes dans le circuit de lubrification afin de préserver la qualité de l'huile moteur ;
- **Filtre à carburant** : élimine les résidus et contaminants du gasoil avant son injection dans le moteur.

La fréquence de remplacement des filtres est de 250 heures de service par groupe électrogène. Pour calculer les dépenses liées à l'achat des filtres, nous nous sommes basés sur les mêmes paramètres clés pour déterminer celles liées à l'achat d'huile de vidange.

Tableau 7 : Dépenses annuelles liées à l'achat des filtres des groupes électrogènes

	Filtre à huile	Filtre à air	Dépense annuelle
Guity	6 000 FCFA	5 000 FCFA	1 573 000 FCFA/an
Guimbé			1 716 000 FCFA/an
Kong			1 501 500 FCFA/an
Zikisso			1 394 250 FCFA/an

III. Etat de l'art des installations de production d'énergie électrique

Dans cette partie, nous allons présenter les différentes sources d'énergies connues et vulgarisées dans les domestiques, les PME et PMI, les industries, etc.

Nous allons présenter les sources d'énergies conventionnelles, ensuite les sources d'énergie renouvelable et enfin terminer avec les sources à système de mix énergétique.

III.1 Système d'énergie conventionnelle

Nous pouvons distinguer deux sources d'énergies conventionnelles [11],[12] :

- **Combustibles fossiles** : Ces combustibles sont non renouvelables et sont principalement le gaz naturel, le pétrole, et le charbon. Ils sont utilisés dans des centrales pour produire de la chaleur qui servira soit à produire de l'électricité ou soit utilisé directement pour autre fin.
- **Combustibles nucléaires** : c'est aussi une source non renouvelable qui utilise l'uranium naturel ou recyclées. Elle est utilisée dans des centrales thermiques pour produire de la chaleur par fission du matériau utilisée pour enfin produire l'électricité.

L'un des principaux avantages de ces systèmes réside dans leur facilité d'exploitation, qui repose généralement sur des technologies éprouvées et bien maîtrisées. Ils permettent également une production d'énergie à coût bas. Par ailleurs, le nucléaire se distingue par de faibles émissions directes de CO₂, ce qui en fait une option attractive dans la lutte contre le changement climatique.

III.2 Source d'énergies renouvelables

Depuis plusieurs décennies, diverses sources d'énergie ont connu un essor considérable, soutenu par les évolutions technologiques, les préoccupations environnementales et les transitions énergétique. Ces sources se distinguent principalement par leur origine renouvelable, ce sont principalement :

- **Le solaire photovoltaïque** : Largement utilisé pour les installations résidentielles, industrielles et les mini-réseaux, il se caractérise par une modularité et un temps de mise en œuvre relativement court [13] ;
- **L'éolien** : Particulièrement déployé à échelle industrielle, aussi bien en onshore (sur terre) qu'offshore (en mer), avec des puissances installées pouvant atteindre 500 kW par turbine pour certains projets ;
- **L'hydroélectricité** : C'est la première source d'énergie renouvelable dans le monde. Elle est exploitée à grande échelle à travers des barrages équipés de réservoirs qui permettent une continuité et une stabilité de production d'électricité ;
- **La biomasse** : C'est une source d'énergie renouvelable qui exploite la matière organique d'origine végétale ou animale. Elle est principalement utilisée dans des installations de cogénération permettant la production simultanée de deux formes d'énergies (énergies électrique et thermique) [13] ;
- **La géothermie** : Elle exploite la chaleur stockée dans le sous-sol terrestre pour produire de la chaleur et/ou de l'électricité.

Les sources d'énergie renouvelable présentent l'avantage majeur d'être naturellement inépuisable à l'échelle humaine, car elles proviennent des phénomènes constants tels que le rayonnement solaire, le vent, l'eau ou la biomasse. Contrairement aux énergies fossiles, elles ne dépendent pas de réserves limitées et ne s'épuisent presque pas avec le temps. De plus, leur exploitation génère peu ou pas d'émissions de gaz à effet de serre, ce qui en fait des solutions écologiquement durables. Cependant, malgré leurs nombreux avantages, les sources d'énergie renouvelables présentent certaines limitations techniques et économiques. D'une part, elles ne peuvent pas être déployées partout, car leur efficacité dépend fortement des conditions géographiques et climatiques. D'autre part, ces systèmes impliquent souvent des coûts d'investissement initiaux élevés, notamment pour l'acquisition, l'installation des équipements. De plus, bien que les puissances installées soient adaptées à certains usages, elles restent inférieures à celles des sources conventionnelles, en particulier pour les applications à forte demande énergétique.

III.3 Systèmes hybrides

Dans un contexte marqué par la transition énergétique et la nécessité d'assurer une alimentation électrique fiable, économique et respectueuse de l'environnement, les systèmes d'alimentation hybrides constituent une solution de plus en plus privilégiée. Ces systèmes reposent sur la combinaison de sources d'énergie renouvelable avec des sources d'énergie conventionnelle. L'intérêt majeur de cette approche réside dans la complémentarité des deux types de sources. Les énergies renouvelables, bien qu'inépuisables et faiblement émettrices de gaz à effet de serre, sont de nature intermittente et ne permettent pas toujours de couvrir la demande en continu. A l'inverse, les sources conventionnelles offrent une puissance pilotable et stable, mais présentent des coûts d'exploitation élevés ainsi qu'un impact environnemental généralement significatif. En combinant ces deux types de ressources, les systèmes hybrides permettent de sécuriser l'alimentation énergétique, d'améliorer l'efficacité globale du système et de réduire les coûts de fonctionnement à long terme.

Toutefois, l'adoption de tels systèmes nécessite un dimensionnement rigoureux, une gestion énergétique intelligente ainsi qu'un investissement initial plus important en raison de la complexité des infrastructures à mettre en place.

Partie III : Etude technique et économique des solutions d'optimisation

Cette partie est dédiée au dimensionnement des différents systèmes d'alimentation envisageable, ainsi qu'à l'évaluation financière des investissements associés à chaque scénario d'optimisation

L'étude technique est organisée en deux volets :

- Le premier volet porte sur le dimensionnement des systèmes d'alimentation possibles, en tenant compte des sources d'énergies disponibles et accessibles sur chaque site.
- Le second volet concerne le dimensionnement des scénarios d'optimisation, qui peuvent consister soit en un mix énergétique, soit en l'exploitation d'une source unique d'alimentation selon les performances attendues et la faisabilité économique.

I. Étude technique des systèmes d'énergie possible

Dans un premier temps, nous allons commencer notre dimensionnement avec le système solaire photovoltaïque. Cette option consiste à évaluer en fonction de l'espace disponible, la part que peut couvrir le champ PV par rapport au besoin des sites. Il faut aussi noter que l'énergie solaire en Côte d'Ivoire connaît une évolution du fait de la volonté de l'état à créer un cadre favorable à sa vulgarisation.

Ensuite, nous allons procéder au dimensionnement à partir des sources conventionnelles. Cette section portera sur l'ensemble la :

- Source d'alimentation à partir du réseau public ;
- Source d'alimentation à partir des groupes électrogènes.

I.1 Système d'énergie solaire photovoltaïque

La première étape de l'étude consiste à analyser les conditions environnementales de chaque site, en vue d'évaluer la surface disponible pour l'installation solaire ainsi que le gisement solaire exploitable.

Cette analyse préliminaire servira de base pour effectuer ensuite le dimensionnement analytique du système photovoltaïque, adapté à la contrainte environnementales et techniques des sites.

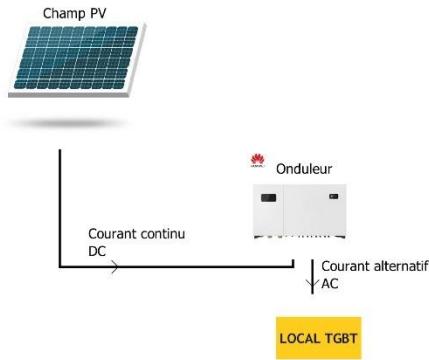


Figure 6 : Schéma de principe d'alimentation solaire Photovoltaïque sans stockage

I.1.1 Analyse des conditions environnementales des sites

- **Analyse de la surface disponible**

La toiture des bâtiments constitue la principale surface disponible pour l'installation du système solaire, car le reste du terrain est déjà exploité à des fins agricoles ou réservé à d'autres usages. Ainsi, pour chaque site, une évaluation de la surface exploitabile en toiture a été réalisée en vue de déterminer le potentiel d'implantation d'un champ solaire.

Tableau 8 : Surface utile pour chaque pour installation solaire

Site	Surface (m ²)
Guimba	1 960
Guitry	2 101
Kong	1 696
Zikisso	850

- **Evaluation du gisement solaire**

La Côte d'Ivoire située en Afrique de l'Ouest se trouve entièrement dans l'hémisphère nord, entre le tropique du cancer et l'équateur.

Pour optimiser la captation du rayonnement solaire par les modules PV durant toute l'année, il est donc conseillé d'incliner son module entre 8 et 15° plein sud. En tenant compte de ces valeurs sur la plateforme PVGIS, nous obtenons une l'irradiation moyenne journalière de chaque site du projet. Le tableau 9 récapitule l'irradiation moyenne journalière de ces localités.

Tableau 9 : Irradiation moyenne journalière des sites du projet (source : PVGIS)

Site	Irradiation moyenne journalière (kWh/m ² /jr)
Guiembé	5,89
Guitry	5,14
Kong	5,75
Zikisso	5,26

I.1.2 Dimensionnement analytique

• Choix du module

Dans le cadre de notre étude, le choix du module PV s'est porté sur une technologie monocristalline du fabricant DualSul modèle Flash 500 Half-Cut Glass-Glass de puissance 500 W. Ce type de panneaux offre un meilleur rendement et une garantie de 30 ans.

Tableau 10 : Caractéristiques du module photovoltaïque choisi

	Unité	Valeur
Puissance nominale	W	500
Kt_Pmp	%/K	-0,31
Kt_Voc	%/K	-0,26
Kt_Icc	%/K	0,038
NMOT	°C	45+/-2
Rendement STC	%	22,61
Surface	m ²	2,211
Vmpp	V	36,87
Voc	V	44,22
Impp	A	13,56
Isc	A	14,04

• Puissance crête

Par contrainte d'espace, nous déterminerons donc la puissance crête disponible à cet espace. Nous avons utilisé la formule (2).

Le tableau 11 ci-après présente la puissance crête obtenue selon la surface disponible sur chaque site :

Tableau 11 : Puissance crête disponible sur chaque site

Site	Puissance crête (kWc)
Guitry	443,18
Kong	475,08
Guiembé	383,41
Zikisso	192,19

• Choix de l'onduleur

Le choix de notre onduleur c'est donc porté sur le fabricant HUAWEI pour toutes nos centrales. Le modèle de l'onduleur est HUAWEI SUN 2000 avec un rendement maximal de 98,6%. Cet onduleur présente des avantages en termes de performance, de fiabilité, de facilité d'utilisation et aussi de gestion intelligente de l'énergie. Les caractéristiques de l'onduleur sont présentées dans le tableau 12. Il faut aussi noter que cet onduleur offre la possibilité d'une configuration hybride, connecté réseau ou autonome, ce qui facilitera nos études

Tableau 12 : Caractéristiques de l'onduleur

Spécifications techniques		SUN2000-100KTL-M1
<i>Entrée</i>		
Tension d'entrée max		1.100 V
Courant d'entrée max par MPPT		30 A
Tension de démarrage		200 V
Nombre d'entrées		20
Nombre de trackers MPP		10
<i>Sortie</i>		
Puissance active CA nominale		100.000 W
Max. puissance apparente AC		110.000 VA
Tension de sortie nominale		400 V/ 380 V, 3W+(N)+PE
Courant nominal de sortie		144,4 A/ 152 A
Fréquence nominale réseau AC		50 Hz / 60 Hz
Facteur de puissance réglable		0,8 capacitif et 0,8 inductif
<i>Rendement</i>		
Rendement max		98,6%

La puissance de l'onduleur installé doit être comprise entre 0,9 et 1,1 de la puissance crête du champ afin d'éviter un surdimensionnement. Le tableau 13 donne l'intervalles des valeurs admissibles pour les onduleurs de chaque site ainsi que le nombre d'onduleurs à y installer.

Tableau 13 : Puissances et nombre d'onduleurs

Site	Puissance minimale de l'onduleur (kW)	Puissance maximale de l'onduleur (kW)	Nombre d'onduleur
Guity	398,86	487,49	4
Kong	427,57	522,58	5
Guimbé	345,06	421,74	4
Zikisso	172,96	211,40	2

• Configuration du champ PV

Pour définir la configuration du champ PV, nous avons d'abord déterminé le nombre de module maximal en faisant le rapport de la puissance crête maximale de l'onduleur sur la puissance crête maximale du module.

Ensuite, nous avons déterminé le nombre maximal de modules à connecter en série et le nombre maximal de chaîne, en utilisant la formule (4), afin de respecter les contraintes de tension maximale admissible par entrée de l'onduleur et de courant maximale admissible par MPPT.

Enfin, nous avons repartis chaque nombre de module avec la configuration idéale par onduleur par site.

Le tableau ci-dessous donne en chiffre ces valeurs par site.

Tableau 14 : Récapitulatif de la configuration des champs PV

Site	Nombre maximal de modules en série	Nombre maximal de strings par MPPT	Nombre de MPPT exploité par onduleur	Nombre modules par onduleur	Nombre total de modules par site
Guity	10	2	20	200	798
Kong	10	2	20	188	940
Guiembé	10	2	20	192	778
Zikisso	10	2	20	192	378

• Section de câble

- *Du champ PV à l'onduleur*

Le câble sera en cuivre étamé de type PV unipolaire, isolé en Polyéthylène Réticulé (PR), qui sera posé sous un conduit profilé en apparent soumis à une température ambiante de 35° d'une longueur de 120 m selon l'exploitatnt.

Pour ce faire, il faut d'abord calculer le courant admissible I_Z du câble des chaîne du champ tout en tenant compte des facteurs de correction K . Ensuite, le comparé au courant de court-circuit du module PV dans les conditions STC.

Afin d'éviter des coûts supplémentaires à notre projet, nous utiliserons un câble de section $4mm^2$ qui correspond à la section de câble de raccordement entre les modules PV.

Selon le guide UTE C15-712, il est recommandé de limiter la chute de tension idéalement à 1% mais ne doit pas excéder 3%. Nous appliquons la formule (8) pour vérifier le respect du guide de sécurité.

$$\Delta U = 2,00\% < 3\%$$

- ***De l'onduleur au coffret AC***

Nous allons utiliser des câbles multiconducteurs qui seront posé sur des chemins de câbles perforés (13E, $K_1 = 0,95$) à une température ambiante de 35° ($K_2 = 0,91$). Nous optons pour une protection avec disjoncteur ($K_4 = 1$) d'un calibre de 160 A pour la sortie de chaque onduleur.

Après application des formules ci-dessous, nous obtenons les résultats présentés dans le tableau 15 ci-dessous. Nous remarquons que la chute de tension est respectée ($\Delta U < 3\%$)

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} \times \text{Cos}\varphi \times U}$$

Avec

I : Courant d'emploi (A)

P : Puissance active (W)

$\text{Cos}\varphi$: Facteur de puissance

U : Tension (V)

Tableau 15 : Section de câble et chute tension de l'onduleur au coffret AC de chaque site

	<i>Guimba</i>	<i>Guitry</i>	<i>Kong</i>	<i>Zikisso</i>
Nombre de conducteur	4	4	5	2
Coefficient K_3	0,77	0,77	0,75	0,88
Courant d'emploi (A)	240,36	240,36	246,77	210,32
Calibre du disjoncteur (A)	246	246	246	246
Section de câble (mm²)	70	70	70	70
Chute de tension (%)	0,4	0,8	0,5	0,5

- ***Du coffret AC au point d'injection***

Nous allons utiliser des câbles multiconducteurs qui seront posé sur des chemins de câbles perforés (13E, $K_1 = 0,95$) à une température ambiante de 35° ($K_2 = 0,91$) comptant trois conducteurs ($K_3 = 0,85$). Nous optons pour une protection avec disjoncteur ($K_4 = 1$).

Tableau 16 : Section de câble et chute de tension du coffret AC au point d'injection de chaque site

	Guiméné	Guitry	Kong	Zikisso
Courant d'emploi (A)	635,2	635,2	794	317,6
Calibre du disjoncteur (A)	800	800	800	400
Courant admissible calculé (A)	1088,7	1088,7	1088,7	544,35
Section de câble (mm²)	70	70	70	70
Chute de tension (%)	1,49	1,19	1,09	0,5

• Dispositifs de protection

- Parafoudre de type DC

Dans une installation solaire, la nécessité d'installer un parafoudre pour une protection contre les surtensions causées par la foudre ou des perturbations électriques dépend de la distance qui sépare le champ PV à l'onduleur et du niveau kéraunique (NK) [14].

La distance entre le champ photovoltaïque et l'emplacement de l'onduleur respecte les conditions techniques requises pour assurer une protection du système. Compte tenu du fait que l'Afrique est classée parmi les zones à risque en matière d'orages et de surtensions, l'installation d'un parafoudre est donc recommandée pour protéger les équipements côté DC. Après avoir évalué le niveau d'exposition aux surtensions, le calibre approprié du parafoudre a été sélectionné [14].

Conformément au guide UTE C 15-712-1, la tension de protection du parafoudre sélectionné ($U_p = 1000$ V) étant inférieure à la moitié de la tension de tenue aux chocs du module ($\frac{1}{2} U_w = 1250$ V), l'installation d'un second parafoudre à proximité du champ photovoltaïque s'avère nécessaire.

Les caractéristiques techniques du parafoudre sont présentées dans le tableau ci-dessous.

Tableau 17 : Caractéristique du parafoudre DC

Caractéristiques électriques		
Type de parafoudre	2	IEC
Tension nominale réseau PV	1000	Vdc
Courant de décharge nominal	20	kA
Courant de décharge maximal	40	kA
Caractéristiques mécaniques		
Technologie	MOV	
Format	Boîtier modulaire monobloc	

- Parafoudre AC

un parafoudre AC est obligatoire en cas de présence d'un paratonnerre ou si le niveau de foudroiement est supérieur à 2,5 [14].

Tableau 18 : Caractéristique du parafoudre AC

Caractéristiques électriques		
Type de parafoudre	2	IEC
Tension nominale d'emploi	230	V
Courant de décharge nominal	5	kA
Courant de décharge maximal	15	kA
Tension maximale de régime permanent Uc	275	V
Température de service	-40° - 55° C	

- *Fusible*

Les fusibles protègent les équipements de l'installation contre les courts-circuits et les courants de retour pour les modules photovoltaïques. Pour les centrales solaires, il est recommandé d'utiliser des fusibles de type gPV. Le principe de dimensionnement de cet équipement est présenté les équations suivantes :

$$1,4 \times I_{sc} \leq I_n \leq I_{RM}$$

$$I_{RM} = 2 \times I_{sc}$$

Avec :

I_n : courant de calibre du fusible

I_{sc} : courant de court-circuit du module

I_{RM} : courant inverse maximal par module

Après avoir appliqué cette formule, nous avons choisi le calibre du fusible dont les caractéristiques sont présentées dans le tableau ci-dessous.

Tableau 19 : Caractéristique du fusible DC

Elément fusible		
Tension nominal DC	1000	V
Courant	25	A
Puissance de coupure nominale	10	kA
Dissipation de puissance max	3,5	kW

- *Interrupteur sectionneur*

Le choix de l'interrupteur-sectionneur côté DC est essentiel pour assurer une coupure sûre entre le champ photovoltaïque et l'onduleur. Le dimensionnement prend en compte la tension maximale en circuit ouvert (Vdc) des modules ainsi que le courant de court-circuit (Isc) du générateur.

Le calibre du sectionneur doit être :

$$I_n \geq 1,25 \times I_{sc} \times N_{string}$$

Après avoir appliqué cette formule, nous avons choisi le calibre du fusible dont les caractéristiques sont présentées dans le tableau ci-dessous.

Tableau 20 : Caractéristique de l'interrupteur-sectionneur

Interrupteur-sectionneur		
Tension assignée d'emploi DC	250	V
Courant thermique conventionnel	200	A
Pouvoir assigné de fermeture en court-circuit	30/690	kA/V
Description des pôles	4	Pôles

I.2 Systèmes d'énergie conventionnelle

Ce dimensionnement vise à :

- Évaluer la puissance nécessaire pour couvrir les besoins de chaque site pour une alimentation à partir du réseau public ;
- Déterminer les capacités requises pour une alimentation à partir des groupes électrogènes.

I.2.1 Alimentation à partir du réseau public

Dans le cadre de l'étude d'une alimentation électrique à partir du réseau public, il est nécessaire de faire de dimensionner un transformateur adapté aux besoins des sites. Le processus commence par un état des lieux, visant à recenser les lignes électriques à proximité des zones concernées. Ensuite, un bilan de puissance est réalisé pour évaluer les besoins en énergie, avant de procéder aux choix du transformateur plus approprié.

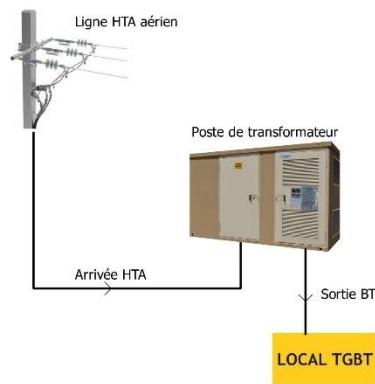


Figure 7 : Schéma de raccordement au réseau public pour l'alimentation électrique des sites

- *Etat des lieux*

L'analyse des différents sites du projet a permis d'identifier les caractéristiques électriques existantes ainsi que les infrastructures voisines susceptibles de servir de points de raccordement pour une alimentation à partir du réseau public.

Il convient également de noter que les porteurs du projet ont exprimé une exigence d'alimentation électrique continue des sites, afin d'éviter tout risque d'interruption pouvant entraîner des dommages coûteux. C'est cette contrainte qui justifie le recours actuel aux groupes électrogènes comme source principale d'alimentation.

- *Bilan de puissance*

- *Données*

Les données relatives aux charges électriques des sites ont été fournies sous forme regroupées par ensemble de zone d'utilisation. Ainsi, seules les puissances globales par regroupement par site ont été mise à disposition.

- *Bilan de puissance*

Le tableau 21 présente un récapitulatif des regroupements effectués par site.

Tableau 21 : Tableau récapitulatif des puissances nominales des sites en puissance

<i>Site</i>	<i>Regroupement</i>	<i>Puissance nominale (kW)</i>
Guitry	Installations ASTC	39
	Pullet	19
	Layer	69

	Installations CPU	9
Kong	Couveuse, chambre froide, entrepôt	39
	Hangar, parking, éclairage public	8
	Installations administratives	13
	Logements	20
	Installations Pullet	27,34
	Installations Layer	69
Guimba	Pisciculture	230
	Administration	40
	Logements	20
	Eclairage public	5
Zikisso	Installations logements des responsables	9
	Installations ASTC	99
	Installations CPU	6

A partir de ces puissances, nous avons choisi un transformateur en calculant la puissance minimale du transformateur avec la formule (5). Le tableau ci-dessous récapitule les puissances de dimensionnement de transformateur [15].

Tableau 22 : Récapitulatif des puissances

Localité	Puissance apparente totale sans réserve (kVA)	Coefficient d'extension	Puissance apparente totale avec réserve (kVA)	Puissance nominale du transformateur choisi (kVA)	Référence du transformateur choisi
Guity	136		163,2	250	ALTO A
Kong	160,9		199,31	250	ALTO A
Guimba	288,75		346,5	500	ALTO L4
Zikisso	117,5		134,1	250	ALTO A

- Configuration du réseau électriques :

La configuration des réseaux primaire et secondaire est faite selon les paramètres ci-après :

- Source d'alimentation : chaque site du projet est proche d'une ligne aérienne haute tension ;
- Architecture principale des réseaux primaires et secondaires ;
- Structure du réseau secondaire : le réseau secondaire qui constitue le réseau BT est organisé en réseau radial grâce à Tableau Général Basse Tension (TGBT) jusqu'au sous-tableaux divisionnaires.
- Taux de charges admissibles de transformateur : Il a été dimensionné de telle sorte à ce que la charge totale appelée soit inférieure à sa puissance nominale ;

- Types de poste HTA/BTA envisagé : Nous optons pour une les postes cabines préfabriquées normalisée (NF C 13-100). Ces postes ont des délais maîtrisés et réduits, permettent une meilleure réactivité en cas de besoin urgent et une réduction des surfaces occupées.
 - *Choix des équipements :*
- Poste de transformation : nous envisageons les postes cabines de transformation préfabriquée de chez Nexans. Les modèles qui conviennent à nos exigences sont respectivement : 3 ALTO A (avec 1 transformateurs de 250 kVA chacun) et 1 ALTO L4 (avec 1 transformateur de 500 kVA).
- Poteau d'alignement et équipements des sécurité
 - *Section de câble :*
- Du réseau public au point de raccordement

Dans le cadre du raccordement, une liaison aéro-souterraine doit être réalisée du fait que le réseau public existant est en aérien. La dérivation sera effectuée en maintenant la même section de conducteurs que celle du réseau amont pour garantir la continuité des caractéristiques électriques. Pour la portion souterraine, conformément aux prescriptions du guide de raccordement en vigueur en Côte d'Ivoire, le câble utilisé sera un modèle CIS en aluminium, avec section normalisée de 240 mm^2 , assurant à la fois la capacité de transit et la comptabilité avec les dispositifs de protection et de raccordement exigés.

- Du poste de transformation au TGBT

Le dimensionnement des sections de câbles ainsi que la vérification des chutes de tension ont été réalisées à l'aide d'un logiciel spécialisé de calcul électrique CANECO BT. Cette approche permet de garantir la conformité aux normes en vigueur.

Tableau 23 : Section de câble et chute de tension du poste de transformation au TGBT

<i>Sites</i>	<i>Longueur (m)</i>	<i>Courant d'emploi (A)</i>	<i>Section de câble (mm²)</i>	<i>Chute de tension (%)</i>
Guiembé	30	909,3	240	0,75
Guitry	25	360,8	120	0,80
Kong	25	577,4	95	0,77
Zikisso	25	360,8	120	0,80

I.2.2 Alimentation à partir des groupes électrogènes

Dans le cadre de l'alimentation électrique des sites non raccordés au réseau public, l'usage de groupes électrogènes représente une solution de référence. Afin de garantir une alimentation fiable, efficace et adaptée aux besoins énergétiques réels des installations, il est essentiel de procéder à un dimensionnement rigoureux des groupes électrogènes.

Cette phase de dimensionnement consiste à évaluer précisément la puissance nécessaire pour couvrir les charges électriques. L'objectif est de déterminer le nombre, la puissance unitaire et le mode de fonctionnement des groupes électrogènes à installer, de manière à assurer une alimentation électrique continue.



Figure 8 : Schéma synoptique d'alimentation à partie des groupes électrogènes

- *Analyse du besoin énergétiques*

Une analyse préalable du bilan de puissance a été réalisée au point. Précisément, le Tableau 10 récapitule le besoin des sites en puissance.

- *Choix des générateurs*

Le choix des fabricants s'est tourné vers AKSA POWER et DOOSAN CORPORATION. Nous choisissons ces deux fabricants car leurs générateurs ont une bonne réputation en utilisation industrielle, commerciale et résidentielle. Les tableaux ci-dessous présentent les caractéristiques des différents groupes.

Tableau 24 : Caractéristiques des groupes électrogènes

Model	APD330 C	5KJDD410AS B	5KJDD255 ASB	APD135A	APD110A	APD2200 A
Puissance continue (kVA)	300	373	232	122	100	200
Puissance de secours (kVA)	330	410	255	135	110	220
Tension (V)	400/230	400	400	400/230	400/230	400/230
Fréquence (Hz)	50	50	50	50	50	50
Cosφ	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
Phase	3	3	3	3	3	3
Generating set	Diesel	Diesel	Diesel	Diesel	Diesel	Diesel
Consommation en carburant 75% (l/h)	31,55	38	24,35	13,85	11,3	21,55

Le tableau 25 présente la répartition des groupes électrogènes affectés à chaque site du projet. Pour chaque site, la capacité installée est volontairement doublée par rapport à la puissance demandée, afin de permettre une alternance de fonctionnement des groupes selon des plages horaires définies.

Tableau 25 : Capacité des groupes électrogènes à installer par site

Sites	Groupes électrogènes
Guimba	DOOSAN 410 kVA AKSA 330 kVA AKSA 110 kVA
Guitry	DOOSAN 255 kVA DOOSAN 255 kVA
Kong	AKSA 135 kVA AKSA 110 kVA DOOSAN 255 kVA
Zikisso	AKSA 220 kVA AKSA 220 kVA

- Mode de fonctionnement des groupes électrogènes

Les groupes électrogènes seront exploités en alternance selon un intervalle horaire défini, afin de répartir équitablement les heures de fonctionnement entre les machines. Cette stratégie vise à prolonger la durée de vie des équipements, à réduire les risques de surchauffe à assurer une continuité de service en cas de maintenance ou de panne de l'un des groupes.

II. Etude d'optimisation de l'alimentation électrique des sites

Dans le cadre de l'amélioration des performances énergétiques des sites du projet, cette étude vise à optimiser le système énergétique en évaluant 4 scénarios techniques et économiques.

L'objectif est d'identifier la solution la plus efficiente, durable et rentable en tenant compte des contraintes existantes et des besoins futurs.

Nous définissons donc les scénarios suivants :

Scénario 1 : Groupes électrogènes

Dans le cadre de l'optimisation de l'alimentation électrique des sites, l'un des scénarios étudiés consiste à assurer l'ensemble des besoins énergétiques à l'aide de groupes électrogènes, tout en réduisant leur nombre sur chaque site afin d'améliorer l'efficacité et de limiter les coûts d'exploitation. Ce scénario repose sur l'installation d'un ou plusieurs groupes électrogènes dimensionné en fonction du besoin, tout en intégrant une stratégie de gestion efficace pour optimiser les coûts liés à la consommation [4].

Scénario 2 : Réseau public avec GE en secours

Dans ce scénario, le réseau public constitue la source principale d'alimentation électrique en raison de sa disponibilité permanente et de sa stabilité. Le groupe électrogène est configuré comme une source de secours, destinée à prendre le relais en cas de défaillance ou d'interruption du réseau, assurant ainsi la continuité de service et la fiabilité de l'alimentation.

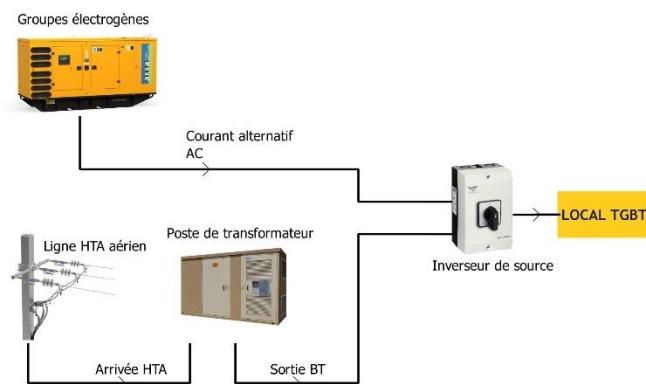


Figure 9 : Schéma synoptique d'alimentation à partir du réseau public et du groupe électrogène

Scénario 3 : Système hybride PV/GE

Dans cette configuration, les groupes électrogènes et le champ photovoltaïque deux sources complémentaires.

Les groupes électrogènes assurent une fourniture continue et stable, tandis que le champ PV permet de couvrir une partie de la consommation en journée, réduisant ainsi la dépendance aux groupes électrogènes et optimisant les coûts d'exploitation grâce à l'utilisation de l'énergie solaire.

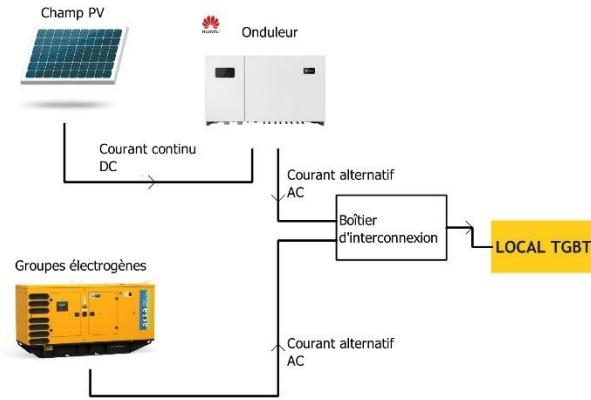


Figure 10 : Schéma synoptique d'alimentation à partir des groupes électrogènes et champ photovoltaïque

Scénario 4 : Système PV connecté au réseau

Dans ce scénario, l'alimentation électrique repose sur deux sources complémentaires : le réseau public et le champ photovoltaïque. Le réseau public assure une fourniture continue et stable, tandis que le champ PV permet de couvrir une partie de la consommation en journée, réduisant ainsi la dépendance au réseau public et optimisant les coûts d'exploitation grâce à l'utilisation de l'énergie solaire.

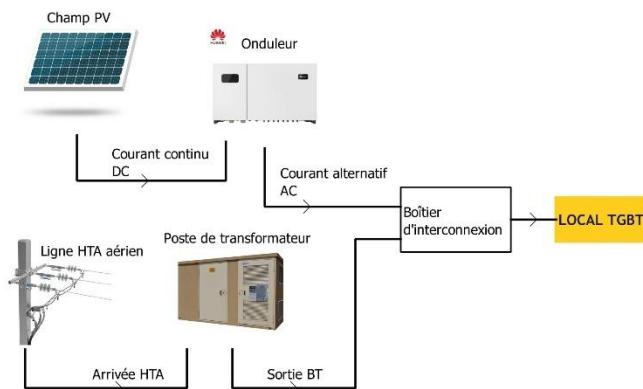


Figure 11 : Schéma synoptique d'alimentation à partir d'un système PV connecté au réseau

A partir de l'étude préalable portant sur le dimensionnement des systèmes d'alimentation selon les sources d'énergies identifiées et leur ordre de priorité, il a été possible de déterminer le taux de couverture énergétique que chaque source peut assurer sur chaque site. Ainsi, pour chaque site, nous présentons la répartition de la couverture énergétique fournie par les différentes sources considérées dans les scénarios définis, qu'il s'agisse de scénarios à source unique ou scénarios mixtes.

II.1 Cas de la localité de Kong

Nous présentons dans le tableau ci-dessous, la part des différentes sources d'alimentation des sites en fonction des scénarios du site de Kong.

Tableau 26 : La part des différentes sources d'alimentation du site de Kong

	Scénario 1	Scénario 2	Scénario 3	Scénario 4
Part du groupe électrogène	100%	-	64%	-
Part du champ solaire	-	-	36%	36%
Part du réseau public	-	100%	-	64%

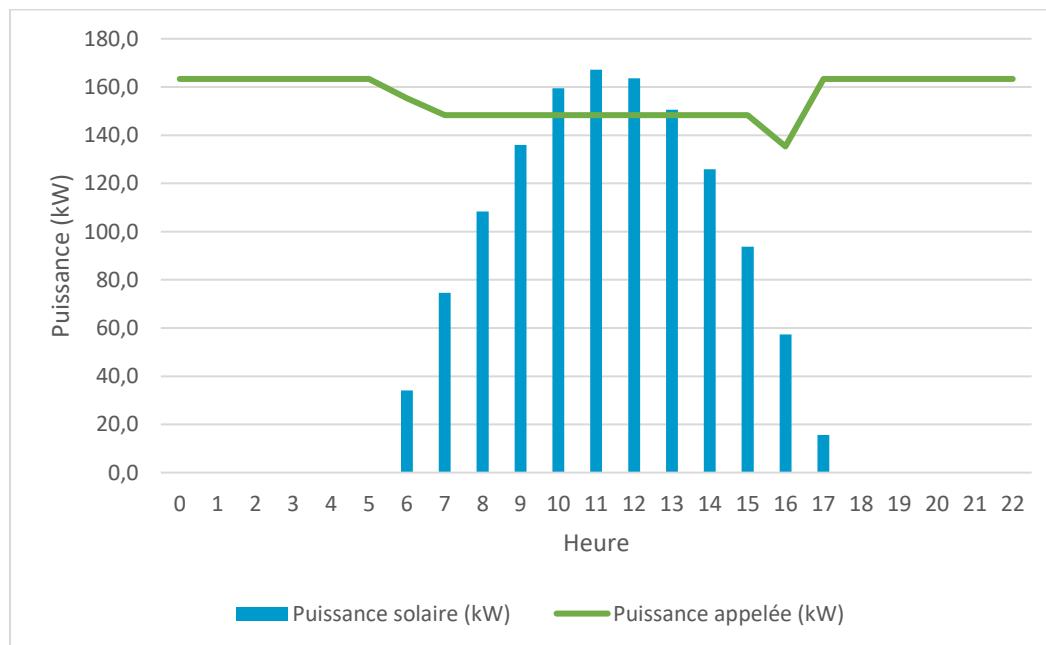


Figure 12 : Graphique de productible du champ solaire et de la charge du site de Kong

II.2 Cas de la localité de Guiembé

Nous présentons dans le tableau ci-dessous, la part des différentes sources d'alimentation des sites en fonction des scénarios du site de Guiembé.

Tableau 27 : La part des différentes sources d'alimentation du site de Guiembé

	Scénario 1	Scénario 2	Scénario 3	Scénario 4
Part du groupe électrogène	100%	-	82%	-
Part du champ solaire	-	-	18%	18%
Part du réseau public	-	100%	-	82%

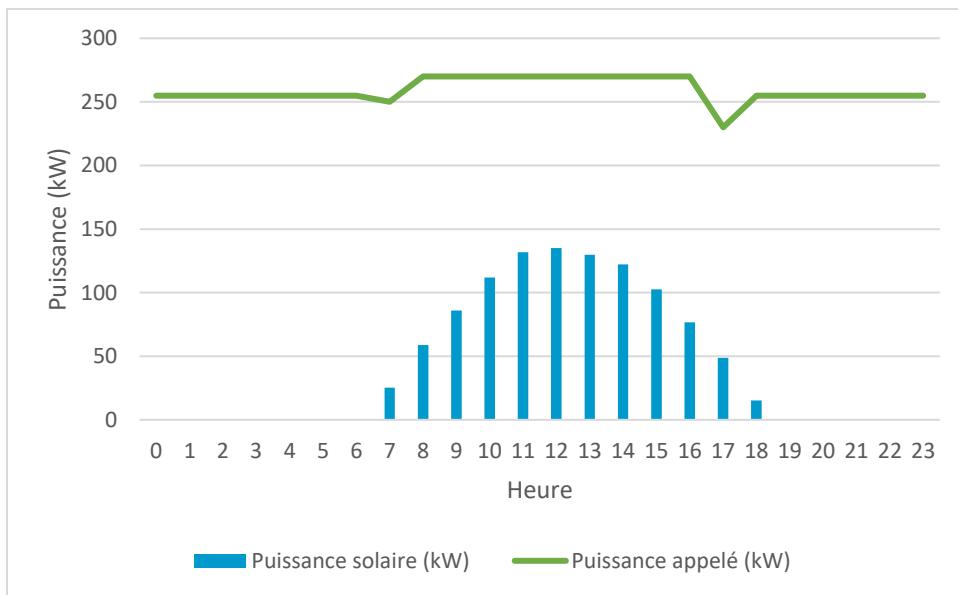


Figure 13 : Graphique de productible du champ solaire et de la charge du site de Guiembé

II.3 Cas de la localité de Zikisso

Nous présentons dans le tableau ci-dessous, la part des différentes sources d'alimentation des sites en fonction des scénarios du site de Zikisso.

Tableau 28 : La part des différentes sources d'alimentation du site de Zikisso

	Scénario 1	Scénario 2	Scénario 3	Scénario 4
Part du groupe électrogène	100%	-	78%	-
Part du champ solaire	-	-	22%	22%
Part du réseau public	-	100%	-	78%

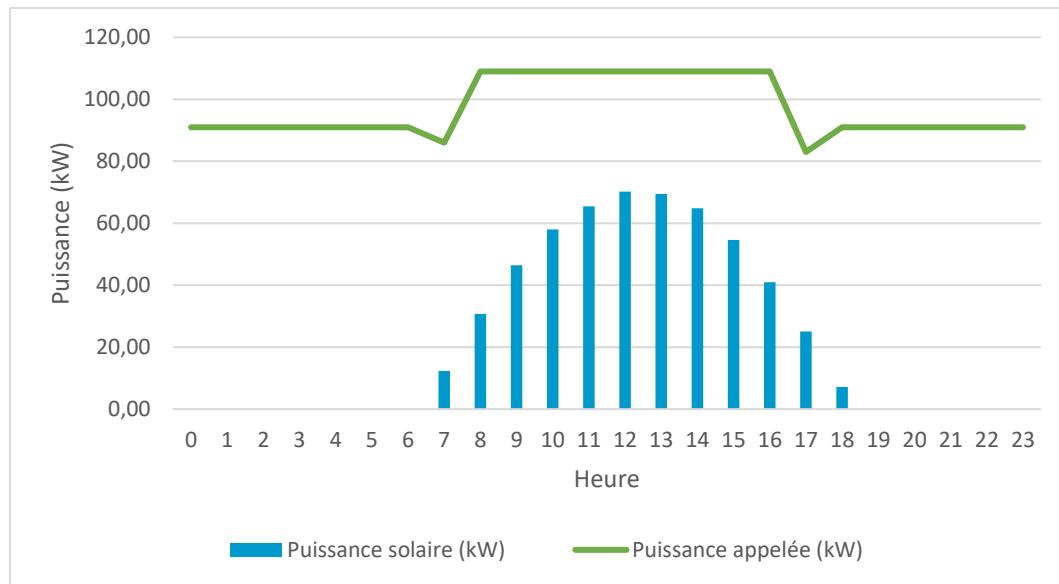


Figure 14 : Graphique de productible du champ solaire et de la charge du site de Zikisso

II.4 Cas de la localité de Guitry

Nous présentons dans le tableau ci-dessous, la part des différentes sources d'alimentation des sites en fonction des scénarios du site de Guitry.

Tableau 29 : La part des différentes sources d'alimentation du site de Guitry

	Scénario 1	Scénario 2	Scénario 3	Scénario 4
Part du groupe électrogène	100%	-	64%	-
Part du champ solaire	-	-	36%	36%
Part du réseau public	-	100%	-	64%

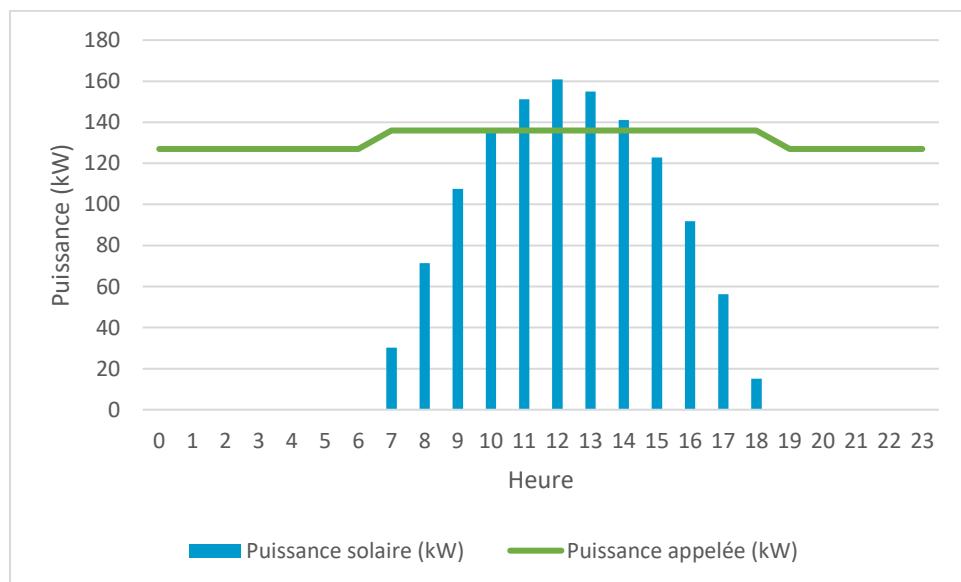


Figure 15 : Graphique de productible du champ solaire et de la charge du site de Guitry

II.5 Analyse d'étude technique

L'analyse comparative des différents scénarios d'alimentation électrique sur les sites de Guitry, Zikisso, Guiembé et Kong met en évidence les performances et limites techniques de chaque configuration. Le **Scénario 1**, basé exclusivement sur les groupes électrogènes, repose sur une alimentation thermique à 100%. Bien que cette solution offre une autonomie totale en l'absence de réseau, elle présente d'importantes contraintes techniques, notamment une forte consommation de carburant, une maintenance régulière, un risque d'usure prématuée, ainsi qu'une forte émission de CO₂. En opposition, le **scénario 2**, fondé sur une alimentation à 100% par le réseau public, offre une solution plus économique à long terme, sous réserve de la disponibilité et de la fiabilité du réseau. Ce modèle présente toutefois une dépendance complète vis-à-vis du réseau, ce qui peut poser problème en cas d'instabilité ou de coupure fréquente.

Les **scénarios 3 et 4**, qui introduisent un mix énergétique combinant le solaire photovoltaïque avec le groupe électrogène ou le réseau public, apparaissent comme des options d'optimisation énergétique plus pertinentes. Les résultats montrent une réduction significative de la part thermique dans les sites de Guitry et Kong où le solaire atteint 36% de couverture, contre 22% à 18% pour Zikisso et Guiembé. Ces écarts s'expliquent par la surface disponible pour l'installation solaire. Techniquement, l'introduction du solaire permet, d'alléger les coûts d'exploitation, et de diminuer les émissions polluantes, tout en assurant une plus grande résilience du système électrique. Cependant, elle nécessite des équipements supplémentaires, ainsi qu'une gestion intelligente des flux d'énergie pour assurer l'équilibre entre production et consommation.

III. Etude économique des solutions d'optimisation

Dans cette partie, nous allons faire l'étude économique des différents scénarios étudiés à partir des indicateurs qui seront définir.

III.1 Présentation des indicateurs économiques

- **LCOE**

Le LCOE (Levelized Cost Of Energy), ou coût actualisé de l'énergie, représente dans le domaine de la production d'électricité le rapport entre les coûts totaux actualisés d'un projet et l'énergie totale produite sur la durée de vie de ce projet. Il s'agit d'un indicateur économique

de référence largement utilisé pour évaluer la rentabilité et la compétitivité des différentes technologies de production d'énergie.

Le LCOE prend en compte :

- Les coûts d'investissements initiaux (achats d'équipements, logistique et main d'œuvre) ;
- Les coûts d'exploitation et de maintenance (achat d'équipement de rechange, carburant, facture d'électricité, nettoyage des panneaux, main d'œuvre) ;
- Le taux d'actualisation appliqué aux flux financiers futurs.

Cet indicateur offre ainsi une vision réaliste et standardisée du coût de production du kilowattheure (kWh) sur toute la durée de vie du projet, quelle que soit la source d'énergie utilisée.

Le LCOE se calcule à partir de la formule (16).

$$LCOE = \frac{I_n + \sum_{t=0}^n \frac{CF}{(1+r)^t}}{\sum_{t=0}^n \frac{Q_t}{(1+r)^t}}$$

Avec :

LCOE : coût actualisé de l'énergie (FCFA/kWh)

I_n : investissement initial (FCFA)

Q_t : production annuelle d'énergie (kWh)

CF : flux de trésorerie (FCFA/an)

r : taux d'actualisation (%)

n : année (an)

- **VAN**

La Valeur Actuelle Nette (VAN) est un indicateur financier utilisé pour évaluer la rentabilité d'un investissement en tenant compte de la valeur temporelle de l'argent. Elle représente la différence entre la somme des flux de trésorerie futur actualisé et les montant initial investi.

Plus précisément, la VAN mesure l'enrichissement net généré par un projet par rapport au rendement minimal attendu par l'investisseur. Elle se calcule à l'aide de la formule (14).

L'interprétation de la VAN se fait comme suit :

- VAN > 0 : le projet est rentable et crée de la valeur ;
 - VAN $= 0$: le projet couvre juste les attentes de l'investisseur, sa pertinence reste neutre ou incertaine ;
 - VAN < 0 : le projet est non rentable, car il ne permet pas de récupérer l'investissement initial selon le taux de rendement exigé.

$$VAN = \sum_{n=0}^{20} \frac{CF_n}{(1+r)^n}$$

Avec :

VAN : valeur actuelle nette (FCFA)

n : année (an)

r : taux d'actualisation (%)

CFn : flux de trésorerie (FCFA/an)

- *ROIa*

Le Temps de Retour sur Investissement Actualisé (ROIa) est un indicateur financier permettant d'évaluer la période nécessaire pour que le flux de trésorerie actualisé généré par un projet couvre l'ensemble des coûts initiaux d'investissement. Il constitue un outil essentiel pour analyser la viabilité économique d'un projet, en prenant en compte la valeur temporelle de l'argent.

Le ROIa est généralement exprimé en nombre d'années, ou dans toute autre unité temporelle pertinente définie par le porteur du projet. Plus le ROIa est court, plus le projet est considéré comme rentable.

Si le ROIa est supérieur à la durée de vie estimée du projet, cela signifie que l'investissement ne parvient pas à se rembourser entièrement, et donc qu'il n'est pas rentable à long terme.

En revanche, si le ROIa est inférieur à la durée de vie du projet, cela indique que l'investissement sera amorti avant la fin de sa durée de vie, ce qui témoigne de sa rentabilité.

Le calcul du ROIa repose sur la formule (15).

$$ROI = \frac{I_n}{Gain\ annuel}$$

Avec :

ROI : temps de retour sur investissement (an ou mois)

I_n : investissement initial (FCFA)

Gain annuel

III.2 Résultats des calculs économiques

L'étude économique, conduite sur une période moyenne de 20 ans, permet d'évaluer de manière approfondie la rentabilité du projet en tenant compte de l'ensemble des coûts d'investissement, d'exploitation ainsi que des économies potentielles. Elle offre ainsi une vision globale du retour sur investissement à long terme. Le taux d'actualisation retenu pour cette analyse est de 6,87 %, selon les recommandations du BNED dans le cadre de cette étude.

- ***Cas de la localité de Kong***

Les résultats de nos indicateurs financiers du site de Kong sont présentés dans le tableau ci-dessous :

Tableau 30 : Résultats financiers de la localité de Kong

	Scénario 1	Scénario 2	Scénario 3	Scénario 4
Investissement initial (FCFA)	97 200 000	148 472 799	359 030 250	277 368 049
Coût d'exploitation (FCFA/mois)	10 188 326	7 447 363	8 323 676	475 000
VAN (FCFA)	-352 151 736	-	- 2 165 856	40 376 680
ROIa	-	-	-	9,34 ans
LCOE (FCFA/kWh)	96	71,93	105	64

- ***Cas de la localité de Guiembé***

Les résultats de nos indicateurs financiers du site de Guiembé sont présentés dans le tableau ci-dessous :

Tableau 31 : Résultats des indicateurs financiers de la localité de Guiembé

	Scénario 1	Scénario 2	Scénario 3	Scénario 4
Investissement initial (FCFA)	153 700 000	665 B811 516	374 094 450	734 505 966
Coût d'exploitation (FCFA/mois)	15 006 192	12 365 383	13 015 167	383 000
VAN (FCFA)	-321 397 686	-	-106 503 252	46 196 748
ROIa	-	-	-	8,8 ans
LCOE (FCFA/kWh)	85	71,93	82	61

- ***Cas de la localité de Zikisso***

Les résultats de nos indicateurs financiers du site de Zikisso sont présentés dans le tableau ci-dessous :

Tableau 32 : Résultats des indicateurs financiers de la localité de Zikisso

	Scénario 1	Scénario 2	Scénario 3	Scénario 4
Investissement initial (FCFA)	56 000 000	132 885 950	187 322 300	182 473 250
Coût d'exploitation (FCFA/mois)	6 289 300	4 634 994	6 215 566	192 000
VAN (FCFA)	-174 434 605	-	-30 381 911	4 618 088
ROIa	-	-	-	10,28 ans
LCOE (FCFA/kWh)	106	71,93	109	70

- ***Cas de la localité de Guitry***

Les résultats de nos indicateurs financiers du site de Guitry sont présentés dans le tableau ci-dessous :

Tableau 33 : Résultats des indicateurs financiers de la localité de Guitry

	Scénario 1	Scénario 2	Scénario 3	Scénario 4
Investissement initial (FCFA)	98 400 000	144 155 710	335 513 450	291 635 514
Coût d'exploitation (FCFA/mois)	8 109 835	6 267 752	6 841 933	443 000
VAN (FCFA)	-334 873 160	-	-1 769 727	25 073 848
ROIa				11,9 ans
LCOE (FCFA/kWh)	80	71,93	92	66

III.3 Analyse économique des scénarios d'optimisation

L'analyse comparative des scénarios d'alimentation électrique sur les différents sites (Guitry, Zikisso, Guiembé, Kong) révèle des écarts en termes d'investissement, coûts d'exploitation, de rentabilité et de coût actualisé de l'énergie. Quatre scénarios ont été étudié pour chaque site, allant de l'utilisation exclusive du groupe électrogène à des solutions plus hybrides incluant le réseau public et le solaire photovoltaïque.

Le **scénario 1** présente l'investissement le plus faible, avec des coûts compris entre 56 millions FCFA et 160 millions FCFA selon les sites. En revanche, les **scénarios 3 et 4**, intégrant une partie solaire, nécessitent des investissements beaucoup plus importants, pouvant dépasser 700 millions FCFA dans certains cas (notamment à Guiembé). Le **scénario 2** (réseau public) reste globalement modéré en termes de coûts d'installation sauf pour le cas de Guiembé.

Concernant le coût d'exploitation mensuel, le **scénario 4** se démarque comme étant le plus économique à l'usage, avec des charges mensuelles allant de *192.000 FCFA/mois* à *475.000 FCFA/mois*, grâce à la production solaire qui compense partiellement la demande. A l'inverse, le **scénario 1** affiche les coûts d'exploitations les plus élevés, atteignant jusqu'à *15 millions FCFA/mois* à Guiembé, en raison de la consommation continue de carburant.

L'étude révèle que le **scénario 4** présente la meilleure rentabilité à long terme, avec les valeurs actuelles nettes les plus élevées sur l'ensemble des sites. En revanche, les **scénarios 1 et 3** ne génèrent pas de valeur ajoutée, car les flux de trésorerie qu'ils produisent sur la durée du projet ne permettent pas de compenser l'investissement initial, impliquant ainsi un déficit économique au cours de leur exploitation.

En termes de retour sur investissement, le **scénario 4** se distingue avec les ROIs les plus intéressants. **Les scénario 1 et 4** ne présentent pas de retour sur investissement car au cours de leurs exploitation un nouvel investissement est nécessaire.

Le LCOE, indicateur du coût réel de production de l'électricité, confirme les résultats précédents. Le **scénario 4** est plus compétitif, avec des coûts allant de *60 FCFA/kWh* à *70 FCFA/kWh*. Le **scénario 2** suit de près avec un LCOE de *71,93 FCFA/kWh*. Le **scénario 3**, malgré une part solaire, reste plus coûteux. Pareillement que le **scénario 1** qui se démarque avec un LCOE plus élevé, pouvant atteindre *106 FCFA/kWh* Zikisso

Parties IV : Notice d'impact environnemental

Pour le Projet GREEN 2000, l'approvisionnement en énergie repose sur une combinaison de sources ou à partie d'une seule source : le réseau public, les groupes électrogènes, de champ solaire photovoltaïque. Comme toute installation de cette nature, ces systèmes peuvent générer des impacts à la fois positifs et négatifs, sur l'environnement et les populations avoisinantes.

Dans ce contexte, la présente section du mémoire est dédiée à la réalisation d'une notice d'impact environnemental et social. Cette étude se propose d'analyser les aspects environnementaux liés au projet.

I. Rappel du cadre politique, législatif et réglementaire et institutionnel régissant le projet

Pour ce projet, le respect de l'environnement et des populations locales a été encadré par la mise en œuvre de plusieurs décrets et lois. Pour ces rappels nous sommes référencés aux documents suivants : [16], [17]

Parmi ceux-ci, nous pouvons citer :

- ***Cadre politique***
 - Plan d'Action National des Énergies Renouvelables (PANER)
 - La politique nationale en matière d'énergies renouvelables
 - La Politique Nationale en matière d'Environnement
 - La Politique de développement durable
 - La Politique de la Santé et de l'Hygiène Publique
 - La Politique de lutte contre la pauvreté dans le domaine de l'accès à l'énergie
- ***Cadre législatif et réglementaire***
 - Le décret n° 2016-862 du 3 novembre 2016 fixant les modalités, conditions et obligations pour la mise en œuvre de la maîtrise de l'énergie ;
 - Le décret n° 2016-1131 du 21 décembre 2016 portant création du Fonds national de maîtrise de l'énergie (FONAME) ;
 - Le décret n° 2016-785 du 12 octobre 2016 portant organisation et fonctionnement de l'Autorité nationale de régulation du secteur de l'électricité de Côte d'Ivoire (ANARE-CI) ;
 - La Loi n° 2014-390 du 20 juin 2014 d'orientation sur le Développement Durable
 - La Loi n°2015-532 du 20 juillet 2015 portant Code du Travail

- Le Décret n° 98-38 du 28 janvier 1998 relatif aux mesures générales d'hygiène en milieu du travail
- Le Décret n° 2005-03 du 06 janvier 2005 portant Audit Environnemental
- La loi n° 96-766 du 03 octobre 1996 portant Code de l'Environnement
- Loi n° 2014-132 du 24 mars 2014 portant code de l'Electricité
- ***Cadre institutionnel***

Les institutions et structures nationales impliquées dans la réalisation de ce projet sont :

- Le ministère des sports, avec l'Office National des Sports
- Le ministère de la Salubrité, de l'Environnement et du Développement Durable (MINSEDD), avec l'Agence Nationale De l'Environnement (ANDE) ;
- Le ministère des Eaux et Forêts (MINEF)
- Le ministère de l'Emploi et de la Protection Sociale (MEPS)
- Le ministère de la Santé et de l'Hygiène Publique (MSHP) ;
- Le Bureau National d'Etudes Techniques et de Développement (BNETD)

II. Présentation de l'étude

Le projet est situé dans 4 localités de la Côte d'Ivoire (Guimba, Guitry, Kong et Zikisso) dans des zones reculées du centre-ville des localités.

Chaque scénario étudié présente des équipements qui sont différents entre eux. L'énergie produite par ces différentes sources des scénarios étudiés est soit injectée dans le réseau public pour une autoconsommation ou soit produit pour consommer.

Il faut aussi noter que, dans le cadre de ce projet, une étude d'impact environnemental et social a été réalisé par les détendeurs du projet. De ce fait, notre projet ne présentera que les scénarios étudiés.

III. Catégorisation du projet

La réalisation d'une étude d'impact environnemental et social dépend de l'ampleur du projet. Les projets présentant des impacts environnementaux jugés mineurs ne requièrent pas d'une étude complète, mais plutôt l'élaboration d'une notice d'impact environnemental et social.

IV. Identification des phases du projet

Dans le tableau ci-dessous, les différentes activités du projet depuis la phase de conception jusqu'à la fin du projet sont présentées par phases suivantes :

- La planification ;
- La construction et l'installation ;
- L'entretien et exploitation ;
- Le démantèlement.

Tableau 34 : Différentes phases du projet

Phase	Travaux	Activités
Planification	Travaux préliminaires	<ul style="list-style-type: none"> • Implantation de la base vie et le site des transformateurs, groupes électrogènes ; • Identification des passages de câbles (souterrain et aérien) ; • Installations des mesures de sécurité du site.
	Transport des équipements	<ul style="list-style-type: none"> • Achat et livraison des équipements principaux (modules, groupes électrogènes, transformateurs) ; • Achat et livraison des équipements annexes du projets (câbles, connecteurs, etc.).
Construction et installations	Gros œuvres	<ul style="list-style-type: none"> • Réalisation de la structure de pose des équipements principaux ; • Réalisation du passage des câbles.
	Travaux électriques	<ul style="list-style-type: none"> • Pose de câbles ; • Étiquetages des circuits électriques ; • Câblage du système électriques.
	Repli du chantier	<ul style="list-style-type: none"> • Démolition de la base vie ; • Nettoyage total du site.
Entretien et exploitation	Entretien et maintenance	<ul style="list-style-type: none"> • Vérification de l'efficacité des équipements principaux et de communication ; • Remplacements des appareils usés.
Démantèlement		<ul style="list-style-type: none"> • Déconnexion de tous les équipements ; • Nettoyage du site.

V. Identification des impacts environnementaux

Les activités de ce projet durant ces phases engendrent des impacts qui sont à la fois positifs et négatifs sur les composantes du milieu. D'après les étapes de projets, ces activités pourront provoquer des impacts décrits dans le tableau ci-dessous :

Tableau 35 : Impacts potentiels sur les facteurs environnementaux

Facteurs environnementaux	Impacts potentiels
Ambiance sonore	Vibrations et nuisances sonores
Paysage, végétation	<ul style="list-style-type: none"> - Élagage d'arbres ; - Modification du paysage naturel ; - Production de déchets.
Santé/Sécurité	<ul style="list-style-type: none"> - Accidents de circulation ; - Accidents de travail ; - Incident sur chantier de travaux.
Emploi	Création d'emplois temporaires
Activités socio-économiques	Développement des activités économiques
Opportunité d'affaires et recettes fiscales	Opportunités d'affaires pour les entreprises nationales et accroissement des recettes fiscales

VI. Plan de Gestion Environnemental et Social

Le Plan de Gestion Environnementale et Sociale (PGES) est un document structuré qui a pour objectif d'identifier, d'évaluer et de gérer les impacts environnementaux et sociaux d'un projet sur son environnement, qu'il soit naturel, biologique ou socioéconomique.

Ce plan constitue un outil essentiel pour garantir la prise en compte effective des enjeux environnementaux tout au long du cycle du projet. Il inclut notamment, les actions correctives à mettre en œuvre, ainsi qu'un dispositif de suivi-évaluation adapté.

Le PGES est élaboré de manière participative, avec l'implication de l'ensemble des parties prenantes : maître d'ouvrage, maître d'œuvre, entreprise d'exécution, communautés locales et autres acteurs concernés.

Tableau 36 : Plan de gestion des impacts identifiés

Impacts	Mesure environnementale	Objectifs	Types de gestion	Fréquence

Qualité de l'air et nuisance sonore	<ul style="list-style-type: none"> Porter des casques anti-bruit ; Porter des masques (cache nez) ; Réduire le temps de stockage des déchets et matières contenant de la poussière ; 	Atténuer la pollution sonore et améliorer la qualité de l'air prévenir la santé des acteurs concernés	Mesure d'atténuation	Pendant la construction et le démantèlement
Intrusion de personnel non autorisé	<ul style="list-style-type: none"> Réglementer l'accès au site des travaux ; Construire une clôture au tour du site ; Poster des agents de sécurité sur le site pour réguler l'accès. 	Maitriser le flux de personnes sur le site	Exigence	Pendant toutes les phases du projet
La santé et sécurité au travail	<ul style="list-style-type: none"> Préparer un plan de santé et de sécurité au travail ; Sensibiliser sur la santé et la sécurité au travail. 	Réduire au maximum les accidents de travail	Exigence	Pendant toutes les phases du projet
Economie nationale	<ul style="list-style-type: none"> Privilégier les biens et services locaux. 	Valoriser les Petites et Moyennes Entreprises (PME)	Recommandation	Pendant toutes les phases du projet
Emploi et gestion de la main d'œuvre	<ul style="list-style-type: none"> Privilégier la main d'œuvre locale afin de soutenir la formation et la prise en charge de la communauté. 	Aider à l'insertion professionnelle des jeunes de la communauté	Recommandation	Pendant toutes les phases du projet
Service de déchets	<ul style="list-style-type: none"> Elaborer un plan de gestion des déchets avec la structure publique adéquate ; S'informer sur le recyclage des panneaux et des batteries ou sur les mesures à prendre pour s'en débarrasser. 	Préserver l'environnement	Exigence	Pendant toutes les phases du projet

VII. Bilan carbone

Dans le cadre de notre étude, la réduction des émissions de gaz à effet de serre constitue un enjeu environnemental majeur. L'électricité produite par les champs solaires vient en substitution d'une production électrique issue de sources fossiles généralement plus émettrices de CO₂. Les coefficients d'émissions utilisés dans notre étude sont présentés dans ce tableau ci-dessous [18]:

Tableau 37 : Coefficient d'émission de CO_{2eq} par source d'alimentation électrique

Source d'alimentation	Coefficient d'émission (kgCO _{2eq} /kWh)
Groupe électrogène	0,73
Réseau public	0,43
Champ PV	0,24

Le calcul des émissions de carbone évitée repose sur la formule (12).

Scénario 1

Tableau 38 : Récapitulatif de tCO₂ émis par le scénario

Site	tCO ₂ émis
Guitry	841
Guimba	1 659
Kong	999
Zikisso	622

Scénario 2

Tableau 39 : Récapitulatif de tCO₂ émis par le champ PV des sites

Site	tCO ₂ émis
Guitry	495
Guimba	588
Kong	977
Zikisso	366

Scénario 3

Tableau 40 : Récapitulatif de tCO₂ émis par le champ PV des sites

Site	tCO ₂ émis
Guitry	841
Guimba	1 468
Kong	779
Zikisso	454

Scénario 4

Tableau 41 : Récapitulatif de tCO2 émis par le champ PV des sites

Site	tCO2 émis
Guitry	413
Guimba	977
Kong	502
Zikisso	301

Conclusion générale et Recommandations

I. Conclusion

Au terme de notre étude portant sur l'optimisation des coûts liés à l'exploitation énergétique pour l'alimentation des différents sites du Projet GREEN 2000 en Côte d'Ivoire, nous avons poursuivi l'objectif de proposer une solution d'alimentation alternative à celles actuellement utilisées sur les sites.

Les différentes solutions envisagées, correspondant aux scénarios étudiés et comparés, montrent que l'utilisation actuelle des groupes électrogènes présente de fortes inefficacités, entraînant des coûts d'exploitation élevés, comme le démontre la comparaison avec le scénario 1 pour une même source d'énergie. Cette situation engendre des dépenses supplémentaires récurrentes, notamment à chaque saison d'exploitation.

Le scénario 2, basé sur une alimentation par le réseau public, s'avère plus économique à long terme et moins polluant que la solution actuelle. Cependant, il nécessite un investissement initial conséquent, principalement dû à l'extension du réseau jusqu'aux sites du projet.

Afin de réduire la consommation de carburant et la dépendance au réseau public, les scénarios 3 et 4 associent un système photovoltaïque aux sources principales (groupes électrogènes ou réseau public). Ces combinaisons offrent une meilleure stabilité énergétique et des coûts d'exploitation plus avantageux, bien que leur temps de retour sur investissement soit plus long.

Nos analyses techniques sur les configurations des différents scénarios, basées sur les équipements dimensionnés, montrent que les solutions proposées peuvent couvrir efficacement les besoins électriques des sites du projet, avec des résultats techniquement concluants. D'un point de vue économique, le scénario 4 se démarque nettement par le coût d'exploitation le plus faible parmi les quatre localités étudiées.

Enfin, afin d'évaluer les impacts sociaux et environnementaux du projet, une étude complémentaire a été menée. Celle-ci a permis de catégoriser les scénarios et de proposer un plan de gestion environnementale et sociale adapté à la durée de vie du projet, garantissant ainsi une approche durable et responsable de la mise en œuvre des solutions énergétiques.

II. Recommandations

En effet, les différentes options présentent des configurations viables, avec des coûts d'investissement maîtrisables et des performances globalement satisfaisante en matière de production et d'approvisionnement énergétique.

Cependant, malgré ces résultats encourageants, des limites subsistent dans l'aspect exploitation quotidienne. Ces contraintes sont notamment la gestion opérationnelle des équipements, la fiabilité des sources d'énergie durant la durée de vie du projet, ainsi que les exigences de maintenance.

Après analyse, nous recommandons le *scénario 4*. Ce scénario, offre un coût énergétique relativement bas soit d'une moyenne d'environ 65 FCFA/kWh, avec une valeur actuelle nette moyenne plus élevée d'environ 31 millions FCFA et un temps de retour sur investissement maximum de 11,9 ans.

Pour maintenir une stabilité et disponibilité électrique avec ce scénario, nous recommandons :

- La mise en place d'un planning régulier de nettoyage des modules photovoltaïques, ainsi qu'un plan de maintenance préventive pour l'ensemble des installations et équipements ;
- De renforcer la capacité des techniques des techniciens pour assurer l'exploitation, la maintenance et l'entretien régulier des installations.

Bibliographie

- [1] Direction Générale du Portefeuille, « Rapport annuel sur la gestion du portefeuille de l'Etat », Côte d'Ivoire, 2023 2022.
- [2] green ltd, « Green 2000 », Projet green 2000. [En ligne]. Disponible sur: <https://green-ltd.com/projects/ivory-coast/>
- [3] A. BEN HMID, « Rentabilité des Projets PV ». 3 juin 2015.
- [4] R. Francisco, « DIMENSIONNEMENT D'UN SYSTEME PHOTOVOLTAÏQUE AUTONOME D'UNE VILLA SISE A AMBODIFASINA ». 15 octobre 2022.
- [5] A. GHEZAL, « Formation sur les études de faisabilité techno-économique des projets photovoltaïques raccordées au réseau ». GIZ, septembre 2020.
- [6] Institut Bruxellois pour la Gestion de l'Environnement, « LE PHOTOVOLTAÏQUE (Bruxelles Environnement) ». IBGE, novembre 2010.
- [7] S. Sidick, « ETUDE COMPARATIVE DE LA VIABILITE DES TECHNIQUES DE PRODUCTION D'ELECTRICITE EN AFRIQUE DE L'OUEST EN UTILISANT LE LCOE ». 24 juin 214apr. J.-C.
- [8] TOSSA, « Cours systèmes PV connecté au réseau, Master en ingénierie électrique et énergétique ». TAKAZ, février 2024.
- [9] A. Dr. DIANGO, « Cours Centrales thermiques, Master en ingénierie électrique et énergétique ». INPHP, février 2024.
- [10] J. BASSOLE, « Dimensionnement des conducteurs actifs et choix des protections, Licence 2 des sciences et techniques de l'ingénieur ». Institut 2iE, septembre 2021.
- [11] « Les énergies conventionnelles », vol. 3, [En ligne]. Disponible sur: https://www.in-terre-actif.com/2010/uploads/RITAPosts/tiny_mce/energies_conventionnelles.pdf
- [12] 2E, « Formation en Connaissance de base des systèmes énergétiques ». Energy & Environment.
- [13] A.MAAFA, « Les différentes ressources d'énergie ».
- [14] Trans énergie, « UTE C 15-712-1 ». juillet 2013.
- [15] Nexans, « Catalogue des postes de transformation HTA/BT du fabricant NEXANS ». Nexans bring energy to life, 2021. [En ligne]. Disponible sur: https://www.nexans.ci/dam/jcr:5404a62b-d78b-47cf-ad5bf2b152205378/Catalogue%20CCV_Nexans.pdf
- [16] BERGEC, « ETUDE D'IMPACT ENVIRONNEMENTAL ET SOCIAL SIMPLIFIE (EIESS) DES TRAVAUX DE CREATION DE CINQ SITES D'AQUACULTURE A

- GRAND-LAHOU ». septembre 2024. Consulté le: 3 juin 2025. [En ligne]. Disponible sur: <https://environnement.gouv.ci/wp-content/uploads/2015/08/ETUDE-DIMPACT-ENVIRONNEMENTAL-ET-SOCIAL-SIMPLIFIEE-EIESS-DES-TRAVAUX-DE-CREATION-DE-CINQ-05-SITES-DAQUACULTURE-A-GRAND-LAHOU.pdf>
- [17] Conseil des ministres, « DECRET N° 2024-595 DU 26 JUIN 2024 ». 26 juin 2024.
- [18] United for Efficiency, « Evaluation des économies par pays : Côte d'Ivoire ». United Nation, juillet 2022. Consulté le: 15 juillet 2025. [En ligne]. Disponible sur: https://united4efficiency.org/wp-content/uploads/2022/08/CIV_FR_U4E-Country-Saving-Assessment_Jul-22.pdf

Annexes

Annexe 1 : Grille tarifaire de l'électricité en haute tension catégorie B.....	b
Annexe 2 : Fiche technique de l'onduleur	b
Annexe 3 : Catalogue de la section de câble en courant continu	d
Annexe 4 : Fiche technique du module photovoltaïque	g
Annexe 5 : Catalogue de choix de câble en courant alternatif	i
Annexe 6 : catalogue de choix de la puissance du transformateur	i
Annexe 7 : catalogue de choix de poste de transformateur préfabriqué.....	j
Annexe 8 : Détails du calcul économique des scénarios de Kong	k
Annexe 9 : Détails du calcul économique des scénarios de Guiembé	m
Annexe 10 : Détails du calcul économique des scénarios de Guitry	o
Annexe 11 : Détails du calcul économique des scénarios de Zikisso.....	q
Annexe 12 : Fiche technique du parafoudre DC	s
Annexe 13 : Fiche technique de l'interrupteur-sectionneur	t
Annexe 14 : Fiche technique du fusible gPV	w

Annexe 1 : Grille tarifaire de l'électricité en haute tension catégorie B



Tarif longue utilisation	F CFA(HT)	TVA(18%)	F CFA(TTC)
Prime fixe annuelle par kW souscrit	38 644,52	6 956,01	45 600,53
Prix du kWh			
Heures pleines	56,19	10,11	66,30
Heures de pointe	71,38	12,85	84,23
Heures creuses	48,85	8,79	57,64
		1 870	
			1 000

Heures Pleines : de 7h30 à 19h30 et de 23 h à 24 h

Heures de Pointe : de 19h 30 à 23h

Heures Creuses : de 00h à 7h 30

Courte utilisation : Nombre d'heures d'utilisation annuelle de la puissance souscrite inférieur à 1 000 heures

Général : Nombre d'heures d'utilisation annuelle de la puissance souscrite compris entre 1000 et 5000 heures

Longue Utilisation : Nombre d'heures d'utilisation annuelle de la puissance souscrite supérieur à 5000 heures

Annexe 2 : Fiche technique de l'onduleur

SUN2000-100KTL-M2
Onduleur PV



10
MPP Trackers



98,8% (à 480 V)
Max. Efficacité



Gestion au niveau
des chaînes



Smart I-V Curve Diagnosis
pris en charge



MBUS
Prise en charge



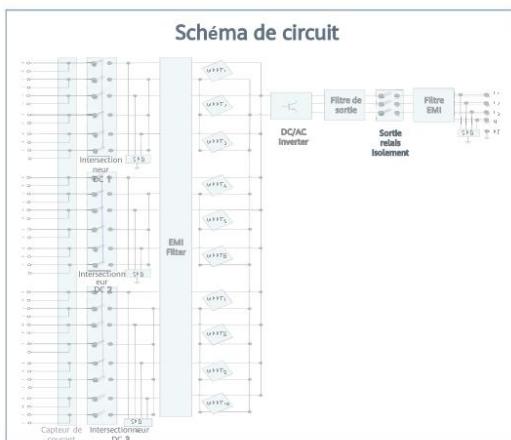
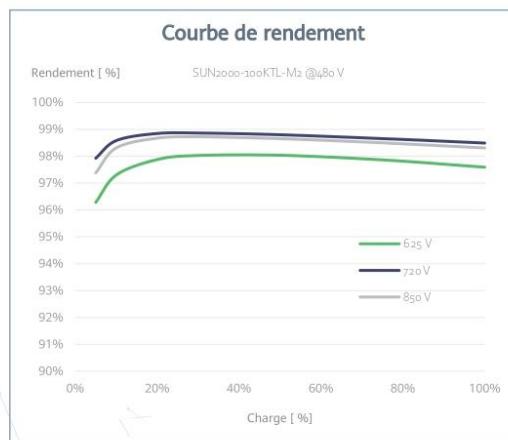
Conception sans
fusible



Parafoudres
DC & AC



IP66
protection



Version FR No.: 23-(20230403)

SOLAR.HUAWEI.COM/FR/

SUN2000-100KTL-M2

Spécifications Techniques

Spécifications techniques	SUN2000-100KTL-M2
Rendement	
Rendement max.	98.8% @480 V, 98.6% @400 V
Rendement EU	98.6% @480 V, 98.4% @400 V
Entrée	
Tension d'entrée max. ¹	1,100 V
Courant d'entrée max. par MPPT	30 A par MPPT ; 20A par entrée DC
Courant de court-circuit max par MPPT	40 A
Tension de démarrage	200 V ~ 1,000 V
MPPT Tension de fonctionnement ²	720 V @480 Vac, 600 V @400 Vac
Tension nominale d'entrée	20
Nombre d'entrées	10
Nombre de trackers MPP	
Sortie	
Puissance active AC nominale	100,000 W
Max. Puissance apparente AC	110,000 VA
Max. Puissance active AC (cosφ = 1)	110,000 W
Tension de sortie nominale	480 V/ 400 V/ 380 V, 3W+(N)+PE
Fréquence nominale réseau AC	50 Hz / 60 Hz
Courant nominal de sortie	120.3 A @480 V, 144.4 A @400 V
Max. Courant de sortie	133.7 A @480 V, 160.4 A @400 V
Facteur de puissance réglable	0.8 capacitif ... 0.8 inductif
Distorsion totale d'harmonique max.	< 3%
Protection	
Dispositif de déconnexion côté entrée	Oui
Protection anti-ilotage	Oui
Protection contre la surintensité AC	Oui
Protection contre l'inversion de polarité DC	Oui
Surveillance des défauts de la chaîne PV	Oui
Parafoudre DC	Type II
Parafoudre AC	Type II
Détection des arcs électriques (AFCI)	Oui
Détection de résistance d'isolation DC	Oui
Surveillance du courant résiduel	Oui
Communication	
Écran	Voyants LED; WLAN + APP
RS485	Oui
USB	Oui
SmartDongle 4G	4G/3G/2GviaSmartDongle-4G(Optional)
BUS de surveillance (MBUS)	Oui (isolation galvanique requis)
Données générales	
Dimensions (L x H x P)	1,035 x 700 x 365 mm
Poids (support de montage compris)	93 kg
Plage de température de fonctionnement	-25°C ~ 60°C
Refroidissement	Refroidissement intelligent
Max. Altitude de fonctionnement	4,000 m
Humidité relative de fonctionnement	0 ~ 100%
Connecteur DC	Amphenol HH4
Connecteur CA	Terminal PG étanche + pince de terminal
Indice de protection	IP66
Topologie	Sans transformateur
Consommation nocturne	< 3.5 W
Conformité aux normes (plus disponible sur demande)	
Sécurité	EN 62109-1-2, IEC 62109-1-2, EN 50530, IEC 62116, IEC 61727, IEC 60068, IEC 61683
Normes de connexion au réseau	VDE-AR-N4105, EN 50549-1, EN 50549-2, RD 661, RD 1699, C10/11

¹1 La tension d'entrée maximale est la limite supérieure de la tension continue. Toute tension DC d'entrée plus élevée endommagerait probablement l'onduleur.

²2 Toute tension d'entrée DC en dehors de la plage de tension de fonctionnement peut entraîner un dysfonctionnement de l'onduleur.

Version FR No.: 23-(20230403)

SOLAR.HUAWEI.COM/FR/

Annexe 3 : Catalogue de la section de câble en courant continu



Click here for more information:

elandcables.com | Photovoltaic Solar H1Z2Z2-K Cable

Photovoltaic Solar H1Z2Z2-K Cable



ELAND CABLES



Eland Product Group: E6S

APPLICATION

Updated harmonised (H1Z2Z2-K) European standard solar cable intended for the interconnection within photovoltaic systems such as solar panel arrays. Suitable for fixed installations, internal and external, within conduit or systems. Impact tested - Suitable for direct burial. For installations where fire, smoke emissions and toxic fumes create a potential risk to life and equipment. Water resistant to AD8.

CHARACTERISTICS

Voltage Rating Uo/U
AC: 1000/1000V
DC: 1500/1500V

Maximum Voltage (Umax)
1800V

Test Voltage
6.5kV AC

Temperature Rating
Fixed: -40°C to +90°C

Minimum Bending Radius
5 x overall diameter

Maximum Conductor Temperature
+120°C (for 20000h)

CONSTRUCTION

Conductor
Class 5 flexible tinned copper conductor

Insulation
Halogen-free cross-linked compound

Sheath
Halogen-free cross-linked, flame retardant compound

Sheath Colour
● Black
Other colours available on request

STANDARDS

EN 50618, TÜV 2/P/G 1169/08.2007, EN 50288-3-7, EN 60068-2-78, EN 50395

Flame retardant to IEC/EN 60332-1-2
Low Smoke Zero Halogen to IEC/EN 60754-1/2, IEC/EN 61034-1/2, EN 50267-2-2

Ozone and UV Resistant to EN 60811-403, EN 50396, EN ISO 4892-1/3, Water Resistant to AD8

THE CABLE LAB®

AN ISO/IEC 17025 AND IEC66 CBTL ACCREDITED FACILITY

Our world-class testing facility assures the quality and compliance of this cable through a continuous and rigorous testing regime.



SUSTAINABILITY COMMITMENT

We are on a journey to Net Zero.

We've committed to near-term emissions reductions and a net-zero target with the Science Based Targets initiative and we're a signatory to the United Nations Global Compact Sustainable Development Goals.

Learn more about embodied carbon and our carbon emissions reduction actions, our comprehensive recycling services, and wider ESG activities for sustainable operations at: [www.elandcables.com/company/about-us/esg-sustainability](http://elandcables.com/company/about-us/esg-sustainability)



REGULATORY COMPLIANCE

This cable is compliant with European Regulation EN 50575, the Construction Products Regulation.



This cable meets the requirements of the Low Voltage Directive 2014/35/EU, the RoHS Directive 2015/863/EU and Reach Directive EC 1907/2006. RoHS compliance has been tested and confirmed by The Cable Lab®.



[technical specification](#) | 1 of 2

UK **T** 020 7241 8787 | **F** 020 7241 8700 | sales@elandcables.com | www.elandcables.com
International **T** +44 20 7241 8740 | **F** +44 20 7241 8700 | international@elandcables.com



Click here for more information:
elandcables.com | Photovoltaic Solar H1Z2Z-K Cable

DIMENSIONS

ELAND PART NO.	NO. OF CORES	NOMINAL CROSS SECTIONAL AREA mm ²	NOMINAL OVERALL DIAMETER mm	NOMINAL WEIGHT kg/km	TENSILE STRENGTH IN OPERATION N
E6S10015BK000	1	1.5	4.6	36	22
E6S10025BK000	1	2.5	5.0	46	37
E6S10040BK000	1	4	5.6	62	60
E6S10060BK000	1	6	6.1	82	90
E6S10100BK000	1	10	7.1	125	150
E6S10160BK000	1	16	8.5	190	240
E6S10250BK000	1	25	10.4	285	375
E6S10350BK000	1	35	11.5	385	525
E6S10500BK000	1	50	13.7	540	750
E6S10700BK000	1	70	15.8	740	1050
E6S10950BK000	1	95	17.3	965	1350
E6S11200BK000	1	120	19.1	1210	1800
E6S11500BK000	1	150	21.4	1495	2250
E6S11850BK000	1	185	24.9	1885	2775
E6S12400BK000	1	240	27.3	2395	3600

ELECTRICAL CHARACTERISTICS

NOMINAL CROSS SECTIONAL AREA mm ²	MAXIMUM DC RESISTANCE OF CONDUCTOR AT 20°C ohms/km	MAXIMUM DC RESISTANCE OF CONDUCTOR AT 90°C ohms/km	CURRENT CARRYING CAPACITY Amps		
			Single Cable In Air	Single Cable On Surface	Two Cables Adjacent On Surface
1.5	13.70	17.468	30	29	24
2.5	8.21	10.468	41	39	33
4	5.09	6.490	55	52	44
6	3.39	4.322	70	67	57
10	1.95	2.486	98	93	79
16	1.24	1.581	132	125	107
25	0.795	1.013	176	167	142
35	0.565	0.720	218	207	176
50	0.393	0.501	276	262	221
70	0.277	0.353	347	330	278
95	0.21	0.267	416	395	333
120	0.164	0.209	488	464	390
150	0.132	0.168	566	538	453
185	0.108	0.137	644	612	515
240	0.0817	0.104	775	736	620

DE-RATING FACTORS

AIR TEMPERATURE	UP TO 60°C	70°C	80°C	90°C	100°C	110°C
DE-RATING FACTOR	1.00	0.91	0.82	0.71	0.58	0.41

The information contained within this datasheet is for guidance only and is subject to change without notice or liability. All the information is provided in good faith and is believed to be correct at the time of publication. When selecting cable accessories, please note that actual cable dimensions may vary due to manufacturing tolerances.

Annexe 4 : Fiche technique du module photovoltaïque



FLASH 500 Half-Cut Glass-Glass TOPCon

✓ Panneau bi-verre et bi-facial :

- gain de puissance de 10% potentiel grâce à la bifacialité
- même en toiture résidentielle, on gagne quelques pourcents !

✓ Couverture garantie maximale : 25+5 ans de garantie produit et une performance garantie de 87,4% à 30 ans

✓ Innovation technologique de cellules TOPCon rectangulaires : rendement minimum garanti du panneau de 22,61%

✓ Rendu full black, cadre aluminium noir

✓ Puissant : 6 panneaux seulement pour vos projets de 3kWc



Haute Performance

La gamme FLASH est développée par nos équipes pour allier des technologies de cellules solaires hautement performantes pour un rendement maximal.



Bas-carbone

Le panneau FLASH émet moins de CO2 qu'un panneau solaire standard. La gamme est conçue pour produire un maximum d'électricité avec le minimum d'impacts sur l'environnement.



Engagement qualité

Une production photovoltaïque dans des usines sélectionnées avec soin et strictement auditée, et suivant un cahier des charges conçu en Provence par des ingénieurs experts.

Caractéristiques Produit

Toutes les certifications :



- IEC 61215 – 61730 : PV50599295
- IEC 61701 : PENDING

Rendement & Performance

- Cellules monocrystallines de technologie N-type TOPCon.
- Panneau bi-facial permettant jusqu'à 10% de puissance en plus
- Design élégant et attractif
- Compatible avec tous systèmes de pose en toiture

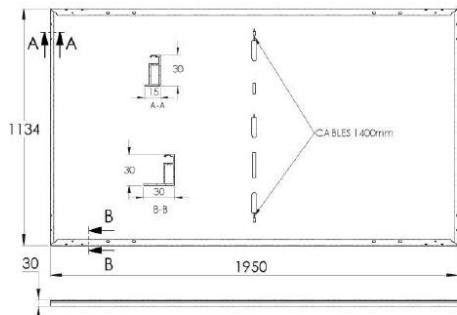
Garanties & Qualité

- 25 ans de garantie produit +5 ans d'extension à l'activation des garanties
- Garanties de performance sur le rendement photovoltaïque de 30 ans
- Résistance améliorée à la grêle RG3
- Certification selon les normes IEC

Les données techniques

DS500-120M10TB-03 | Publié le 22 novembre 2023 | | V1.1 | FLA202403AAXX

Plan du panneau



Caractéristiques Physiques

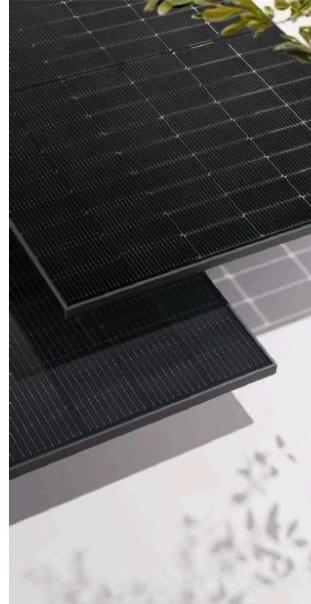
Longueur	1950 mm
Largeur	1134 mm
Epaisseur	30 mm
Poids	27.1kg
Epaisseur verre supérieur	2 mm
Epaisseur verre inférieur	2 mm
Charge maximale positive (neige)	5400 Pa
Charge maximale négative (vent)	2400 Pa

Caractéristiques Photovoltaïques

Puissance nominale	500 W
Tolérance de puissance en sortie	0/+3%
Technologie des cellules	TOPCon
Rendement minimum garanti du module	22,61%
Tension à puissance nominale (Vmpp)	36.87 V
Intensité à puissance nominale (Impp)	13.56 A
Tension maximum du système	1500 V
Tension en circuit ouvert (Vco)	44.22 V
Courant de court circuit (Icc)	14.04 A
Coefficient de température Tension (μ Vco)	-0.26 %/°C
Coefficient de température Courant (μ Icc)	0.038 %/°C
Coefficient de température Puissance (μ Pmpp)	-0.31 %/°C
NMOT	45 +/- 2 °C
Classe d'application	II

Conditions STC (AM1,5 – 1000 W/m² – 25°C)

Gamme DualSun FLASH



Annexe 5 : Catalogue de choix de câble en courant alternatif

		isolant et nombre de conducteurs chargés (3 ou 2)							
		caoutchouc ou PVC		butyle ou PR ou éthylène PR ou PVC					
étage de sélection	B	PVC3	PVC2	PR3	PR2	PR2	PR2	PR2	PR2
	C	PVC3	PVC2	PR3	PR2	PR2	PR2	PR2	PR2
étage de sélection	E		PVC3	PVC2	PR3	PR2	PR2	PR2	PR2
	F			PVC3	PVC2	PR3	PR2	PR2	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	66	76	80	85	94	100	107	115
	25	89	96	101	112	119	127	138	149
	35	110	119	126	138	147	158	169	185
	50	134	144	153	168	179	192	207	225
	70	171	184	196	213	229	246	265	289
	95	207	223	238	258	278	298	328	352
	120	239	259	276	299	322	346	382	410
	150		299	319	344	371	395	441	473
	185		341	364	392	424	450	506	542
	240		403	430	461	500	538	599	641
	300		464	497	530	576	621	693	741
	400					656	754	825	940
	500					749	868	946	1 083
	630					855	1 005	1 088	1 254
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
	35	86	90	96	103	112	122	126	135
	50	104	110	117	125	136	149	154	164
	70	133	140	150	160	174	192	198	211
	95	161	170	183	195	211	235	241	257
	120	186	197	212	226	245	273	280	300
	150		227	245	261	283	316	324	346
	185		259	280	298	323	363	371	397
	240		305	330	352	382	430	439	470
	300		351	381	406	440	497	508	543
	400					526	600	663	740
	500					610	694	770	856
	630					711	806	899	996

Annexe 6 : catalogue de choix de la puissance du transformateur

Puissance nominale en VA IEC et CSA	Puissance instantanée admissible en VA IEC/EN 61558-2-2 avec cos φ de:								
	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1
40	90	80	72	66	61	57	53	51	53
63	160	140	130	120	110	100	95	91	130
100	240	210	190	170	160	150	140	140	140
160	460	390	330	290	260	230	210	190	180
250	830	690	590	510	450	400	360	330	310
400	1600	1300	1100	1000	890	800	730	680	650
630	2100	1800	1600	1400	1300	1200	1100	1000	1100
1000	5 400	4 600	4 000	3 600	3 300	3 000	2 700	2 600	2 600
1 600	9 100	8 100	7 300	6 700	6 200	5 800	5 500	5 300	5 700
2 500	8 100	7 300	6 600	6 100	5 700	5 400	5 200	5 100	5 600
4 000	16 000	14 000	12 000	10 000	9 000	8 200	7 500	6 900	6 700

Annexe 7 : catalogue de choix de poste de transformateur préfabriqué

Poste MT/BT compartimenté : ALTO L4

Caractéristiques générales

Conception

- Enveloppe en béton armé en fibres de verre.
- Grilles de ventilation haute et basse masquées situées en face avant et en face arrière.
- Cuve de rétention du diélectrique du transformateur intégrée dans le vide technique.
- Revêtement extérieur par enduit projeté.
- 3 portes d'accès aux compartiments.
- Profondeur de fouille réduite.

Esthétique modulaire

- Habillages : (bois, briquettes, pierres...).
- Portes anti-affiches.
- Coloris suivant nuancier.
- Parement.



Équipement électrique

Distribution publique

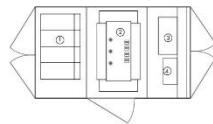
- Tableau MT, modulaire ou compact jusqu'à 36KV.
- Transformateur jusqu'à 630 kVA de puissance.
- Tableau basse tension TPI ou TUR jusqu'à 8/1200.
- Liaison MT/BT.
- Ceinture équipotentielle.

Version abonnée

- Tableau MT, modulaire ou compact.
- Transformateur jusqu'à 630 kVA.
- Disjoncteur basse tension jusqu'à 1250A.
- Liaison MT/BT.
- Équipement de base (affiches, circuit de terre, éclairage, accessoires de sécurité).
- Protection des opérateurs suivant même régime du neutre.

Poste MT/BT compartimenté : ALTO L4

Disposition des équipements



- 1 Cellules MT compactes ou modulaires
- 2 Transformateur MT/BT
- 3 Coffret d'éclairage public
- 4 Tableau BT : TPI, TUR ou Disjoncteur débroucheur

Caractéristiques techniques

	Enveloppe			Équipements électriques		
	Dimensions extérieures		Hauteur Totale hors sol	poids hors transports	Puissance Transfo	Cellule MT
ALTO L4	Longueur 3310	Largeur 2110	2220	5500 Kg	Jusqu'à 630kVA	Jusqu'à 4 modules de largeur 375mm

Plan du génie civil



Exans

10

11

Poste MT/BT bas de poteau : ALTO A

Caractéristiques générales

Conception

- Enveloppe en béton armé en fibre de verre CCV.
- Grilles de ventilation haute et basse masquées situées en face arrière.
- Cuve de rétention du diélectrique transformateur intégrée dans le vide technique.
- Revêtement extérieur par enduit projeté.
- 2 portes de passage libre de 1050 x 1940 mm pour accès au local BT et au local transformateur.
- Profondeur de fouille réduite.

Esthétique modulaire

- Habillages : bois, briquettes, pierres....
- Portes anti-affiches.
- Coloris suivant nuancier.
- Parement.

Options

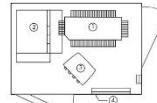
- Cellule protection transformateur PFA avec caisson d'arrivée.
- Liaison MT.
- Coffret d'éclairage public (liaison, platines équipées...).
- Coffret de compensation à vide.
- Coffret de comptage.

Avantages

- Puissance d'utilisation : Le poste bas de poteau est conçu pour recevoir un transformateur allant jusqu'à 250kVA.
- Sécurité et facilité d'exploitation : L'enveloppe en béton armé en fibre de verre protège l'équipement électrique contre les intempéries et le vandalisme.
- Fiabilité : Équipement MT / BT monté et testé en usine avec garantie globale du produit.
- Transportabilité : Possibilité de transporter et réutiliser le poste.



Disposition des équipements

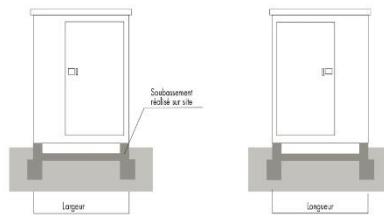


- 1 Transformateur
- 2 Cellule PFA (en option)
- 3 Tableau basse tension
- 4 Coffret d'éclairage public (en option)

Caractéristiques techniques

	Enveloppe			Équipements électriques		
	Dimensions extérieures		Hauteur Totale hors sol	poids hors transports	Puissance Transfo	Cellule MT
ALTO A	Longueur 2065	Largeur 1690	2220	2700 Kg	Jusqu'à 250kVA	PFA (option)

Plan du génie civil



Exans

12

13

Annexe 8 : Détails du calcul économique des scénarios de Kong

Optimisation des coûts énergétiques des sites ruraux : Cas du projet GREEN 2000 en Côte d'Ivoire

Scénario Initial				
Désignation	Prix unitaire	Unité	Quantité	Prix total
Investissement initial				
GE DOOSAN 255kVA	41 200 000	U	1	41 200 000
GE AKASA 135kVA	22 000 000	U	1	22 000 000
GE DATACOM 410kVA	66 300 000	U	1	66 300 000
GE DATACOM 220kVA	38 000 000	U	1	38 000 000
GE DATACOM 255kVA	41 200 000	U	1	41 200 000
GE AKSA 110kVA	18 000 000	U	1	18 000 000
Travaux d'installation	50 000	U	6	300 000
Travaux de raccordement	50 000	U	6	300 000
Câble	2 450	m	20	49 000
			Total	227 349 000
Exploitation				
Fuel	715	l	48 024	34 337 160
Huile de vidange	350 000	U	1	350 000
Filtre d'air	5 000	U	13	65 000
Filtre d'huile	6 000	U	13	78 000
Travaux de maintenance	50 000	U	6	300 000
			Total	35 130 160
Scénario 1				
Désignation	Prix unitaire	Unité	Quantité	Prix total
Investissement initial				
Etudes	1 203 003	ens	1	1 203 003
Réseau HTA aérien	5 169 455	ens	1	5 169 455
Réseau HTA souterrain	11 463 260	ens	1	11 463 260
Équipement du poste	30 127 500	ens	1	30 127 500
Réseau BTA souterrain	3 371 114	ens	1	3 371 114
Frais de contrôle CIE	3 203 467	ens	1	3 203 467
GE DOOSAN 255kVA	41 200 000	U	1	41 200 000
GE AKASA 135kVA	22 000 000	U	1	22 000 000
GE AKSA 110kVA	18 000 000	U	1	18 000 000
Groupe électrogène	12 735 000	ens	1	12 735 000
			Total	148 472 799
Exploitation				
			Facture mensuelle d'électricité	7 447 363
			Total	7 447 363
Scénario 2				
Désignation	Prix unitaire	Unité	Quantité	Prix total
Investissement initial				
Module 500Wc	125 000	U	936	117 000 000
Onduleur 100kW	17 800 000	U	5	89 000 000
Main-d'œuvre d'installation	2 000 000	U	1	2 000 000
Câble DC 4mm ²	1 500	m	100	150 000
Câble AC 70mm ²	1 300	m	55	71 500
Mise à la terre	12 000	kWc	475	5 700 000
Système de télésurveillance	16 650	kWc	475	7 908 750
Coffret de protection et accé	1 000 000	ens	1	1 000 000
GE DOOSAN 255kVA	41 200 000	U	1	41 200 000
GE AKASA 135kVA	22 000 000	U	1	22 000 000
GE AKSA 110kVA	18 000 000	U	1	18 000 000
Divers GE	15 000 000	U	1	15 000 000
Divers PV	40 000 000	ens	1	40 000 000
			Total	359 030 250
Exploitation				
Fuel	715	l	11 607	8 298 833
Huile de vidange	1 400	l	90	126 000
Filtre d'air	5 000	U	5	24 260
Filtre d'huile	6 000	U	5	29 112
Travaux de maintenance	50 000	ens	1	50 000
Nettoyage des panneaux	1 000	kWc	475	475 000
Divers	150 000	ens	1	150 000
			Total	9 153 205
Scénario 3				
Désignation	Prix unitaire	Unité	Quantité	Prix total
Investissement initial				
Module 500Wc	125 000	U	936	117 000 000
Onduleur 100kW	17 800 000	U	5	89 000 000
Main-d'œuvre d'installation	2 000 000	U	1	2 000 000
Câble DC 4mm ²	1 500	m	100	150 000
Câble AC 70mm ²	1 300	m	55	71 500
Mise à la terre	12 000	kWc	475	5 700 000
Système de télésurveillance	16 650	kWc	475	7 908 750
Coffret de protection et accé	1 000 000	m	1	1 000 000
Etudes	1 203 003	ens	1	1 203 003
Réseau HTA aérien	5 169 455	ens	1	5 169 455
Réseau HTA souterrain	11 463 260	ens	1	11 463 260
Équipement du poste	30 127 500	ens	1	30 127 500
Réseau BTA souterrain	3 371 114	ens	1	3 371 114
Frais de contrôle CIE	3 203 467	ens	1	3 203 467
Divers PV	40 000 000	ens	1	40 000 000
			Total	317 368 049
Exploitation				
			Facture mensuelle d'électricité	5 010 087
Nettoyage des panneaux	1 000	kWc	475	475 000
			Total	5 485 087
Scénario 4				
Désignation	Prix unitaire	Unité	Quantité	Prix total
Investissement initial				
Coffret de protection et accé	1 000 000	ens	1	1 000 000
GE DOOSAN 255kVA	41 200 000	U	1	41 200 000
GE AKASA 135kVA	22 000 000	U	1	22 000 000
GE AKSA 110kVA	18 000 000	U	1	18 000 000
Divers GE	15 000 000	U	1	15 000 000
			Total	97 200 000
Exploitation				
Fuel	715	l	13 928	9 958 600
Huile de vidange	1 400	l	90	126 354
Filtre d'air	5 000	U	5	24 260
Filtre d'huile	6 000	U	5	29 112
Travaux de maintenance	50 000	ens	1	50 000
			Total	10 188 326

Annexe 9 : Détails du calcul économique des scénarios de Guiembé

Optimisation des coûts énergétiques des sites ruraux : Cas du projet GREEN 2000 en Côte d'Ivoire

Scénario Initial				
Désignation	Prix unitaire	Unité	Quantité	Prix total
Investissement initial				
GE DOOSAN 450kVA	72 700 000	U	2	145 400 000
GE DOOSAN 255kVA	41 200 000	U	1	41 200 000
GE DOOSAN 330kVA	53 400 000	U	2	106 800 000
GE AKSA 135kVA	22 000 000	U	1	22 000 000
Travaux d'installation	50 000	U	6	300 000
Travaux de raccordement	50 000	U	6	300 000
Câble	2 450	m	20	49 000
			Total	316 049 000
Exploitation				
Fuel	715	I	39 510	28 249 650
Huile de vidange	350 000	U	1	350 000
Filtre d'air	5 000	U	13	65 000
Filtre d'huile	6 000	U	13	78 000
Travaux de maintenance	50 000	U	6	300 000
			Total	29 042 650
Scénario 1				
Désignation	Prix unitaire	Unité	Quantité	Prix total
Investissement initial				
Etudes	6 962 018	ens	1	6 962 018
Réseau HTA aérien	205 422 235	ens	1	205 422 235
Réseau HTA souterrain	70 682 705	ens	1	70 682 705
Équipement du poste	65 627 500	ens	1	65 627 500
Réseau BTA souterrain	139 376 700	ens	1	139 376 700
Frais de contrôle CIE	25 040 358	ens	1	25 040 358
Groupe électrogène 410kVA	66 300 000	U	1	66 300 000
Groupe électrogène 330kVA	53 400 000	U	1	53 400 000
Groupe électrogène 110kVA	18 000 000	U	1	18 000 000
Groupe électrogène	0	ens	1	0
Divers GE	15 000 000	ens	1	15 000 000
			Total	665 811 516
Exploitation				
			Facture mensuelle d'électricité	12 365 383
			Total	12 365 383
Scénario 2				
Désignation	Prix unitaire	Unité	Quantité	Prix total
Investissement initial				
Module 500Wc	125 000	U	768	96 000 000
Onduleur 100kW	17 800 000	U	4	71 200 000
Main-d'œuvre d'installation	2 000 000	U	1	2 000 000
Câble DC 4mm ²	1 500	m	100	150 000
Câble AC 70mm ²	1 300	m	55	71 500
Mise à la terre	12 000	kWc	383	4 596 000
Système de télésurveillance	16 650	kWc	383	6 376 950
Coffret de protection et accé	1 000 000	ens	1	1 000 000
Groupe électrogène 410kVA	66 300 000	U	1	66 300 000
Groupe électrogène 330kVA	53 400 000	U	1	53 400 000
Groupe électrogène 110kVA	18 000 000	U	1	18 000 000
Divers GE	15 000 000	ens	1	15 000 000
Divers PV	40 000 000	ens	1	40 000 000
			Total	374 094 450
Exploitation				
Fuel	715	I	17084	12 215 160
Huile de vidange	1 400	I	109	152 564
Filtre d'air	5 000	U	6	29 292
Filtre d'huile	6 000	U	6	35 151
Travaux de maintenance	50 000	ens	1	50 000
Maintenance et remplacement	1 000	kWc	383	383 000
Divers	150 000	ens	1	150 000
			Total	13 015 167
Scénario 3				
Désignation	Prix unitaire	Unité	Quantité	Prix total
Investissement initial				
Module 500Wc	125 000	U	768	96 000 000
Onduleur 100kW	17 800 000	U	4	71 200 000
Main-d'œuvre d'installation	2 000 000	U	1	2 000 000
Câble DC 4mm ²	1 500	m	100	150 000
Câble AC 70mm ²	1 300	m	55	71 500
Mise à la terre	12 000	kWc	383	4 596 000
Système de télésurveillance	16 650	kWc	383	6 376 950
Divers	40 000 000	ens	1	40 000 000
Coffret de protection et accé	1 000 000	m	1	1 000 000
Etudes	6 962 018	ens	1	6 962 018
Réseau HTA aérien	205 422 235	ens	1	205 422 235
Réseau HTA souterrain	70 682 705	ens	1	70 682 705
Équipement du poste	65 627 500	ens	1	65 627 500
Réseau BTA souterrain	139 376 700	ens	1	139 376 700
Frais de contrôle CIE	25 040 358	ens	1	25 040 358
			Total	734 505 966
Exploitation				
			Facture mensuelle d'électricité	10 257 769
Maintenance et remplacement	1 000	kWc	383	383 000
			Total	10 640 769
scénario 4				
Désignation	Prix unitaire	Unité	Quantité	Prix total
Investissement initial				
Coffret de protection et accé	1 000 000	ens	1	1 000 000
Groupe électrogène 410kVA	66 300 000	U	1	66 300 000
Groupe électrogène 330kVA	53 400 000	U	1	53 400 000
Groupe électrogène 110kVA	18 000 000	U	1	18 000 000
Divers GE	15 000 000	ens	1	15 000 000
			Total	153 700 000
Exploitation				
Fuel	715	I	20501	14 658 192
Huile de vidange	1 400	I	150	210 000
Filtre d'air	5 000	U	8	40 000
Filtre d'huile	6 000	U	8	48 000
Travaux de maintenance	50 000	ens	1	50 000
			Total	15 006 192

Annexe 10 : Détails du calcul économique des scénarios de Guitry

Optimisation des coûts énergétiques des sites ruraux : Cas du projet GREEN 2000 en Côte d'Ivoire

Scénario Initial				
Désignation	Prix unitaire	Unité	Quantité	Prix total
Investissement initial				
GE DOOSAN 410kVA	66 300 000	U	1	66 300 000
GE DOOSAN 25kVA	41 200 000	U	1	41 200 000
GE DOOSAN 330kVA	53 400 000	U	1	53 400 000
GE AKSA 135kVA	22 000 000	U	1	22 000 000
GE AKSA 135kVA	22 000 000	U	1	22 000 000
GE AKSA 110kVA	18 000 000	U	1	18 000 000
Travaux d'installation	50 000	U	6	300 000
Travaux de raccordement	50 000	U	6	300 000
Câble	2 450	m	20	49 000
			Total	223 549 000
Exploitation				
Fuel	715	l	47 848	34 211 034
Huile de vidange	350 000	U	1	350 000
Filtre d'air	5 000	U	13	65 000
Filtre d'huile	6 000	U	13	78 000
Travaux de maintenance	50 000	U	6	300 000
			Total	35 004 034
Scénario 1 (Réseau public)				
Désignation	Prix unitaire	Unité	Quantité	Prix total
Investissement initial				
Etudes	1 130 240	ens	1	1 130 240
Réseau HTA aérien	4 148 907	ens	1	4 148 907
Réseau HTA souterrain	8 378 620	ens	1	8 378 620
Équipement du poste	30 127 500	ens	1	30 127 500
Réseau BTA souterrain	3 371 114	ens	1	3 371 114
Frais de contrôle CIE	2 994 569	ens	1	2 994 569
Groupe électrogène 255kVA	0	U	2	0
Groupe électrogène	12 735 000	ens	1	12 735 000
			Total	61 755 710
Exploitation				
			Facture mensuelle d'électricité	6 267 752
			Total	6 267 752
Scénario 2 (hybride champ PV/diesel)				
Désignation	Prix unitaire	Unité	Quantité	Prix total
Investissement initial				
Module 500Wc	125 000	U	888	111 000 000
Onduleur 100kW	17 800 000	U	4	71 200 000
Main-d'œuvre d'installation	2 000 000	U	1	2 000 000
Câble DC 4mm ²	1 500	m	100	150 000
Câble AC 70mm ²	1 300	m	55	71 500
Mise à la terre	12 000	kWc	443	5 316 000
Système de télésurveillance	16 650	kWc	443	7 375 950
Coffret de protection et accé	1 000 000	ens	1	1 000 000
Groupe électrogène 255kVA	0	U	2	0
divers GE	15 000 000	U	1	15 000 000
Divers PV	40 000 000	ens	1	40 000 000
			Total	253 113 450
Exploitation				
Fuel	715	l	9 350	6 685 536
Huile de vidange	1 400	l	93	129 818
Filtre d'air	5 000	U	5	24 925
Filtre d'huile	6 000	U	5	29 910
Travaux de maintenance	50 000	ens	1	50 000
Nettoyage des panneaux	1 000	kWc	443	443 000
Divers	150 000	ens	1	150 000
			Total	7 513 189
Scénario 3 (Champ PV connecté réseau)				
Désignation	Prix unitaire	Unité	Quantité	Prix total
Investissement initial				
Module 500Wc	125 000	U	888	111 000 000
Onduleur 100kW	17 800 000	U	4	71 200 000
Main-d'œuvre d'installation	2 000 000	U	1	2 000 000
Câble DC 4mm ²	1 500	m	100	150 000
Câble AC 70mm ²	1 300	m	55	71 500
Mise à la terre	12 000	kWc	443	5 316 000
Système de télésurveillance	16 650	kWc	443	7 375 950
Coffret de protection et accé	1 000 000	m	1	1 000 000
Divers	40 000 000	ens	1	40 000 000
Etudes	1 130 240	ens	1	1 130 240
Réseau HTA aérien	4 148 907	ens	1	4 148 907
Réseau HTA souterrain	8 378 620	ens	1	8 378 620
Équipement du poste	30 127 500	ens	1	30 127 500
Réseau BTA souterrain	3 371 114	ens	1	3 371 114
Frais de contrôle CIE	2 994 569	ens	1	2 994 569
Réseau BTA souterrain	3 371 114	ens	1	3 371 114
			Total	291 635 514
Exploitation				
			Facture mensuelle d'électricité	3 948 222
Nettoyage des panneaux	1 000	kWc	443	443 000
			Total	4 391 222
scénario 4 (Groupe électrogènes)				
Désignation	Prix unitaire	Unité	Quantité	Prix total
Investissement initial				
Coffret de protection et accé	1 000 000	ens	1	1 000 000
divers GE	15 000 000	U	1	15 000 000
Groupe électrogène 255kVA	41 200 000	U	2	82 400 000
			Total	98 400 000
Exploitation				
Fuel	715	l	11 000	7 865 000
Huile de vidange	1 400	l	100	140 000
Filtre d'air	5 000	U	5	24 925
Filtre d'huile	6 000	U	5	29 910
Travaux de maintenance	50 000	ens	1	50 000
			Total	8 109 835

Annexe 11 : Détails du calcul économique des scénarios de Zikisso

Optimisation des coûts énergétiques des sites ruraux : Cas du projet GREEN 2000 en Côte d'Ivoire

Scénario Initial				
Désignation	Prix unitaire	Unité	Quantité	Prix total
Investissement initial				
GE DOOSAN 33kVA	8 085 000 U		1	8 085 000
GE AKASA 135kVA	22 000 000 U		1	22 000 000
GE DATACOM 410kVA	66 300 000 U		1	66 300 000
GE DATACOM 585kVA	85 700 000 U		1	85 700 000
Travaux d'installation	50 000 U		4	200 000
Travaux de raccordement	50 000 U		4	200 000
Câble	2 450 m		20	49 000
		Total	182 534 000	
Exploitation				
Fuel	715 l		42 714	30 540 510
Huile de vidange	350 000 U		1	350 000
Filtre d'air	5 000 U		13	65 000
Filtre d'huile	6 000 U		13	78 000
Travaux de maintenance	50 000 U		6	300 000
		Total	31 333 510	
Scénario 1				
Désignation	Prix unitaire	Unité	Quantité	Prix total
Investissement initial				
Etudes	1 130 240 ens		1	1 130 240
Réseau HTA aérien	4 148 907 ens		1	4 148 907
Réseau HTA souterrain	8 378 620 ens		1	8 378 620
Équipement du poste	30 127 500 ens		1	30 127 500
Réseau BTA souterrain	3 371 114 ens		1	3 371 114
Frais de contrôle CIE	2 994 569 ens		1	2 994 569
GE AKASA 220kVA	1 U		1	1
GE AKSA 220kVA	1 U		1	1
Groupe électrogène	12 735 000 ens		1	12 735 000
		Total	62 885 952	
Exploitation				
		Facture mensuelle d'électricité	4 634 994	
		Total	4 634 994	
Scénario 2				
Désignation	Prix unitaire	Unité	Quantité	Prix total
Investissement initial				
Module 500Wc	125 000 U		384	48 000 000
Onduleur 100kW	17 800 000 U		2	35 600 000
Main-d'œuvre d'installat	2 000 000 U		1	2 000 000
Câble DC 4mm ²	1 500 m		100	150 000
Câble AC 70mm ²	1 300 m		55	71 500
Mise à la terre	12 000 kWc		192	2 304 000
Système de télésurveilla	16 650 kWc		192	3 196 800
Coffret de protection et	1 000 000 ens		1	1 000 000
GE AKASA 220kVA	1 U		1	1
GE AKSA 220kVA	1 U		1	1
Divers GE	15 000 000 U		1	15 000 000
Divers PV	40 000 000 ens		1	40 000 000
		Total	147 322 302	
Exploitation				
Fuel	715 l		7 881	5 635 217
Huile de vidange	1 400 l		95	132 416
Filtre d'air	5 000 U		5	25 424
Filtre d'huile	6 000 U		5	30 509
Travaux de maintenance	50 000 ens		1	50 000
Nettoyage des panneau	1 000 kWc		192	192 000
Divers	150 000 ens		1	150 000
		Total	6 215 566	
Scénario 3				
Désignation	Prix unitaire	Unité	Quantité	Prix total
Investissement initial				
Module 500Wc	125 000 U		384	48 000 000
Onduleur 100kW	17 800 000 U		2	35 600 000
Main-d'œuvre d'installat	2 000 000 U		1	2 000 000
Câble DC 4mm ²	1 500 m		100	150 000
Câble AC 70mm ²	1 300 m		55	71 500
Mise à la terre	12 000 kWc		192	2 304 000
Système de télésurveilla	16 650 kWc		192	3 196 800
Coffret de protection et	1 000 000 m		1	1 000 000
Divers PV	20 000 000 ens		1	20 000 000
Etudes	1 130 240 ens		1	1 130 240
Réseau HTA aérien	4 148 907 ens		1	4 148 907
Réseau HTA souterrain	8 378 620 ens		1	8 378 620
Équipement du poste	30 127 500 ens		1	30 127 500
Réseau BTA souterrain	3 371 114 ens		1	3 371 114
Frais de contrôle CIE	2 994 569 ens		1	2 994 569
		Total	162 473 250	
Exploitation				
		Facture mensuelle d'électricité	2 775 951	
Nettoyage des panneau	1 000 kWc		192	192 000
		Total	2 967 951	
Scénario 4				
Désignation	Prix unitaire	Unité	Quantité	Prix total
Investissement initial				
Coffret de protection et	1 000 000 ens		1	1 000 000
GE AKASA 220kVA	1 U		1	1
GE AKSA 220kVA	1 U		1	1
Divers GE	15 000 000 U		1	15 000 000
		Total	16 000 002	
Exploitation				
Fuel	715 l		8 500	6 077 500
Huile de vidange	1 400 l		92	128 800
Filtre d'air	5 000 U		3	15 000
Filtre d'huile	6 000 U		3	18 000
Travaux de maintenance	50 000 ens		1	50 000
		Total	6 289 300	

Annexe 12 : Fiche technique du parafoudre DC



Parafoudre PV de type 2

DS50PV-1000/30



- Parafoudre Type 2 pour application PV
- In : 20 kA / Imax : 40 kA
- Débrochable
- Télésignalisation (option)
- Conforme UL1449 ed.5
- Certifié IEC 61643-31, NF EN 61643-31 et NF EN 50539-11



Caractéristiques Électriques	
Type de parafoudre	IEC 2
Réseau	Réseau PV 1000 Vdc
Tension nominale réseau PV	Uocstc 1000 Vdc
Tension max. PV de fonctionnement	Ucpv 1300 Vdc
Tension max. PV de fonctionnement (montage en étoile)	Ucpv 1300 Vdc
Courant résiduel	
Courant de fuite à la Terre	Ipe < 0.1 mA
Courant de fonct. permanent PV	Icpv < 0.1 mA
Courant de consommation à Ucpv	
Courant de suite	If Aucun
Courant de décharge nominal 15 chocs en onde 8/20 µs	In 20 kA
Courant de décharge maximal Tenue max. en onde 8/20 µs par pole	Imax 40 kA
Courant de décharge maximal total Tenue max. totale en onde 8/20 µs	Imax Total 60 kA
Tenue au courant de court-circuit PV	Iscpv 15 000 A
Mode(s) de connexion	+/-/PE
Mode(s) de protection	Mode Commun / Mode Différentiel
Niveau de protection MC/MD @ In (8/20µs)	Up mc /md 4.0 kV/4.0 kV
Caractéristiques Mécaniques	
Technologie	MOV
Raccordement au réseau	Par vis : 2.5-2.5 mm²
Format	Boîtier modulaire monobloc
Montage	Rail DIN symétrique 35 mm (EN 60715)
Matière boîtier	Thermoplastique UL94 V-2
Température de fonctionnement	Tu -40/+85°C
Indice de protection	IP20
Mise hors service de sécurité	Déconnexion du parafoudre de la ligne PV
Indicateur de fin de vie	3 indicateurs mécaniques
Télésignalisation	Option : DS50PVS-1000/30 Sortie sur contact inverseur
Dimensions	Voir schéma
Déconnecteurs associés	
Déconnecteur thermique	Intégré
Normes	
Conformité aux normes	IEC 61643-31 / NF EN 61643-31 / NF EN 50539-11 / UL1449 ed.5
Certification	TUV Sud
Code article	48030110



Annexe 13 : Fiche technique de l'interrupteur-sectionneur

Fiche technique du produit

Spécifications



interrupteur-sectionneur Interpact
INS250 4P 200 A

31103

Principales

Gamme	ComPacT
Type de produit ou équipement	Interrupteur-sectionneur
Nom du produit	ComPacT INS
Description des pôles	4P
Type de réseau	CC CA
Fréquence du réseau	50/60 Hz
[Ie] courant assigné d'emploi	AC-22A : 200 A CA 50/60 Hz 220/240 V AC-22A : 200 A CA 50/60 Hz 380/415 V AC-22A : 200 A CA 50/60 Hz 440/480 V AC-22A : 200 A CA 50/60 Hz 480 V NEMA AC-22A : 200 A CA 50/60 Hz 500/525 V AC-22A : 200 A CA 50/60 Hz 660/690 V AC-3 : 200 A CA 50/60 Hz 220/240 V AC-3 : 200 A CA 50/60 Hz 380/415 V AC-3 : 200 A CA 50/60 Hz 440/480 V AC-3 : 200 A CA 50/60 Hz 480 V NEMA AC-3 : 200 A CA 50/60 Hz 500/525 V AC-3 : 200 A CA 50/60 Hz 660/690 V DC-22A : 200 A CC 125 V 2 pôles en série DC-22A : 200 A CC 250 V 4 pôles en série DC-23A : 200 A CC 125 V 2 pôles en série DC-23A : 200 A CC 250 V 4 pôles en série
[Ui] tension assignée d'isolement	800 V CA 50/60 Hz
[Ith] courant thermique conventionnel	200 A à 60 °C
[Icm] pouvoir assigné de fermeture en court-circuit	30 kA sectionneur seulement 690 V CA à 50/60 Hz 330 kA avec coupe-circuit de protection en amont 690 V CA à 50/60 Hz
[Ue] tension assignée d'emploi	250 V CC 690 V CA 50/60 Hz
Aptitude au sectionnement	CA
Coupe pleinement apparente	Mode commutation régulée
Coupe visible	Non
Degré de pollution	3

Complémentaires

Type de commande	Poignée rotative frontale directe
Couleur de poignée	Noir
Mode d'installation	Fixe
Support de montage	Rail Platine

Clause de non responsabilité : Cette documentation n'est pas destinée à remplacer ni ne peut servir à déterminer l'adéquation ou la fiabilité de ces produits dans le cadre d'une application spécifique

Raccordement amont	Façade
Raccordement aval	Façade
Puissance maximum	AC-23: 110 kW à 440 V CA 50/60 Hz AC-23: 110 kW à 480 V CA 50/60 Hz (NEMA) AC-23: 132 kW à 500/525 V CA 50/60 Hz AC-23: 160 kW à 660/690 V CA 50/60 Hz AC-23: 55 kW à 220/240 V CA 50/60 Hz AC-23: 55 kW à 230 V CA 50/60 Hz (NEMA) AC-23: 90 kW à 380/415 V CA 50/60 Hz
Service assigné	Interrrompu
[Icw] courant assigné de courte durée admissible	1,8 kA pendant 30 s se conformer à CEI 60947-3 2,2 kA pendant 20 s se conformer à CEI 60947-3 4,9 kA pendant réglable se conformer à CEI 60947-3 8,5 kA pendant 1 s se conformer à CEI 60947-3
Durée de vie mécanique	15000 cycle
Durée de vie électrique	AC-22A: 1500 cycle 440 V CA 50/60 Hz AC-22A: 1500 cycle 500 V CA 50/60 Hz AC-22A: 1500 cycle 690 V CA 50/60 Hz AC-3: 1500 cycle 440 V CA 50/60 Hz AC-3: 1500 cycle 500 V CA 50/60 Hz AC-3: 1500 cycle 690 V CA 50/60 Hz DC-22A: 1500 cycle 250 V CC 4 pôles en série DC-23A: 1500 cycle 250 V CC 4 pôles en série
pas de raccordement	35 mm
Hauteur	136 mm
largeur	140 mm
Profondeur	96 mm
Poids du produit	2,2 kg

Environnement

Normes	CEI 60947-3 IEC 60947-1
Certifications du produit	KEMA-KEUR CCC
Degré de protection IP	IP40 conforming to IEC 60529
Tenue aux chocs IK	IK07 conforme à EN 60529
Température ambiante de fonctionnement	-25...70 °C
Température ambiante de stockage	-50...85 °C

Emballage

Type d'emballage 1	PCE
Nb produits dans l'emballage 1	1
Hauteur de l'emballage 1	17,000 cm
Largeur de l'emballage 1	14,000 cm
Longueur de l'emballage 1	15,900 cm
Poids de l'emballage 1	2,000 kg
Type d'emballage 2	S04
Nb produits dans l'emballage 2	9
Hauteur de l'emballage 2	30,000 cm
Largeur de l'emballage 2	40,000 cm

Annexe 14 : Fiche technique du fusible gPV

Fiche de données

FUSE 10X38 25A 1000 VDC GPV S

Weidmüller 

Weidmüller Interface GmbH & Co. KG
Klingenbergsstraße 26
D-32758 Detmold
Germany

www.weidmueller.com

Similaire à l'illustration



Les cartouches fusibles cylindriques gPV sont conçues pour fournir une protection compacte, sûre et économique des modules photovoltaïques (protection sur le terrain) avec des tensions allant jusqu'à 1 500 V DC. Elles assurent une protection contre les surcharges et les courts-circuits (classe gPV selon les exigences des normes CEI 60269-6 et UL248-19). Constituées d'un tube en céramique à haute pression interne et résistant aux chocs thermiques, permettant une grande capacité de commutation dans un espace réduit. Les contacts sont en cuivre argenté et les éléments fusibles en argent pur afin d'éviter le vieillissement et donc de conserver les caractéristiques électriques invariables. Ils sont disponibles dans les tailles 10x38 mm, 10x85 mm et 22x58 mm.

Informations générales de commande

Version	Photovoltaïque, Fusible, 1000 V, 10x38, gPV, 25 A
Référence	2827990000
Type	FUSE 10X38 25A 1000 VDC GPV S
GTIN (EAN)	4064675367819
Qté.	10 pièce(s)

Date de création 17 juin 2025 23:08:15 CEST

Niveau du catalogue 07.06.2025 / Toutes modifications techniques réservées

1

Fiche de données

FUSE 10X38 25A 1000 VDC GPV S

Weidmüller Interface GmbH & Co. KG

Klingenbergsstraße 26
D-32758 Detmold
Germany

www.weidmueller.com

Caractéristiques techniques

Dimensions et poids

Hauteur	38 mm	Hauteur (pouces)	1,496 inch
Largeur	10 mm	Largeur (pouces)	0,394 inch
Diamètre	10,3 mm	Poids net	7,8 g

Températures

Température de stockage	-40°C ... 90°C	plage de température d'utilisation	-40...80 °C
-------------------------	----------------	------------------------------------	-------------

Classifications

ETIM 7.0	EC002704	ETIM 8.0	EC002704
ETIM 9.0	EC002704	ETIM 10.0	EC002704
ECLASS 11.0	27-14-20-02	ECLASS 12.0	27-14-20-02
ECLASS 13.0	27-14-20-02	ECLASS 14.0	27-14-20-02
ECLASS 15.0	27-14-20-02		

Élément fusible

Conducteur fusible standard	IEC 60269-1, gPV (EN 60269-6)	Courant	25 A
Tension nominale DC	1 000 V	Puissance de coupure nominale	10 kA
Matériau des contacts	argenté	Dissipation de puissance, max.	3,5 W

Conformité environnementale du produit

Statut de conformité RoHS	Conforme sans exemption
REACH SVHC	No SVHC above 0.1 wt%

Agréments

ROHS	Conforme
------	----------

Téléchargements

Agrément/Certificat/Document de conformité	CE-Declaration_10x38_gPV_Fuses
Documentation technique	Characteristic for 10x38 gPV Fuses Characteristic for 10x38 gPV Fuses Characteristic for 10x38 gPV Fuses
Catalogue	Catalogues in PDF-format

Date de création 17 juin 2025 23:08:15 CEST

Niveau du catalogue 07.06.2025 / Toutes modifications techniques réservées

2