

11/11/2020

Benchmarking des technologies pour la mise en place d'une plate-forme solaire multifonctionnelle de valorisation des déchets au niveau du centre de gestion des ordures ménagères de Ndianda.

Rapport de mission

Boussoura TALLA GUEYE

Consultante en gestion des déchets

boussoura.talla@settic.sn / boussoura@gmail.com

00221 77 397 86 64 / 00221 76 921 81 18

Abdoulaye SECK

Expert en Énergie, Production Propre et Finance Climatique.

abdoulayeseck@senergysafrica.com

+221 77 217 33 64

Table des matières

1. Introduction	4
2. Déroulement de la mission	5
2.1. État des lieux du centre de gestion des déchets	5
2.2. Caractérisation et quantification des déchets	7
2.3. Identification des besoins de mise à niveau	9
2.3.1. Besoins en équipements et matériels.....	9
2.3.2. Besoins immatériels.....	10
2.3.3. Mise à niveau infrastructure.....	11
2.3.4. Dimensionnement de la plateforme solaire	13
2.3.5. Budget.....	16
2.3.6. Liste des fournisseurs	19
2.4. Rentabilité financière	21
3. Prérequis.....	23
4. Perspectives	23
5. Point d'attention	24
6. Autres livrables	24
7. Annexe 1 : Spécifications techniques	25
7.1. Spécifications techniques des équipements et matériels	25
7.2. Spécifications des équipements de protection individuelle	26
7.3. Spécifications techniques des installations solaire PV	27
7.4. Spécifications techniques Infrastructure	28
8. Annexe 2 : Données de production solaire énergétique estimées de Ndianda	29

Table des images

Image 1 : Déchargement de déchets par un charretier	5
Image 2 : Système de tri actuel des déchets.....	5
Image 3 : Système de stockage actuel des déchets plastiques	6
Image 4 : Espace de compostage et maraîchage	6
Image 5 : Système de brûlage des déchets	7
Image 6 : Aperçu des aménagements infrastructure.....	13
Image 7 : Production solaire vs consommation.....	15

Table des tableaux

Tableau 2-1 : Information sur les charrettes et le poids moyen collecté	7
Tableau 2-2 : Quantification des déchets (sur la base des informations fournies par le centre)	8
Tableau 2-3 : Caractérisation des déchets de Ndianda	8
Tableau 2-4 : Caractérisation des déchets plastique de Ndianda	9
Tableau 2-5 : Besoins matériels du centre	10
Tableau 2-6 : Besoins immatériels du centre	11
Tableau 2-7 : Besoins en mise à niveau infrastructure	12
Tableau 2-8 : Production solaire et consommation des équipements avec une puissance crête de 6 kw	14
Tableau 2-9 : Dimensionnement des panneaux solaires et de l'onduleur.....	15
Tableau 2-10 : Dimensionnement du potentiel d'éclairage du centre	15
Tableau 2-11 : Budget des équipements.....	16
Tableau 2-12 : Budget du matériel	16
Tableau 2-13 : Détail du budget des EPI.....	17
Tableau 2-14 : Budget de l'accompagnement immatériel	17
Tableau 2-15 : Budget de la mise à niveau infrastructure	18
Tableau 2-16 : Liste des fournisseurs	20
Tableau 2-17 : Prix de vente du plastique recyclé sur le marché sénégalais.....	21
Tableau 2-18 : Hypothèses de valorisation du plastique et prix	22
Tableau 2-19 : Hypothèses de valorisation des déchets organiques et prix	22
Tableau 7-1 : Spécifications techniques des équipements et matériels.....	26
Tableau 7-2 : Spécifications des équipements de protection individuelle	27
Tableau 7-3 : Spécifications techniques des installations solaire PV	28
Tableau 7-4 : Spécifications techniques de la mise à niveau infrastructure.....	28

Acronymes

Convention de Bâle :	Traité international qui a été conçu afin de réduire la circulation des déchets dangereux entre les pays
Convention de Stockholm :	Convention sur les polluants organiques persistants (POP). Accord international visant à interdire certains produits polluants
Dioxines et Furanés :	Les dioxines et furannes font partie des polluants organiques persistants (POPs) recensés au niveau international
PEHD :	Polyéthylène haute densité - Exemple : plastique des bouteilles de lait, bidons d'huile
PEBD :	Polyéthylène basse densité - Exemple : sachets en plastique (hors sachets noirs et à faible micronage)
PET :	Polyéthylène Téréphtalate - Exemple : plastique des bouteilles d'eau
POP :	Polluants Organiques Persistants
PP :	Polyéthylène haute densité - Exemple : plastique des bouteilles de lait, bidons d'huile
PNUE :	Programme des Nations Unies pour l'Environnement
UCG :	Unité de Coordination de la Gestion des déchets solides
TEQ :	Quantité d'équivalent toxique
µg TEQ/t :	Microgramme TEQ par tonne
g TEQ/a :	Grammes TEQ par an

1. Introduction

Le programme « Réussir au Sénégal » a mis en place un projet pilote de centre de gestion des ordures ménagères au niveau du village de Ndianda dans le département de Mbour.

Dans une démarche de promotion de l'utilisation de l'énergie solaire photovoltaïque dans le secteur d'économie circulaire comme celui de la valorisation des déchets, le Programme Sénégal-allemand dénommé « Programme Énergies Durables (PED) » a souhaité faire réaliser une étude de benchmarking des technologies pour la mise en place d'une plate-forme solaire multifonctionnelle de valorisation des déchets au niveau du centre de gestion des ordures ménagères de Ndianda.

Cette étude a été réalisée en binôme par :

- Mme Boussoura TALLA GUEYE, Experte en gestion des déchets
- M. Abdoulaye SECK, Expert en Énergie, Production Propre et Finance Climatique

2. Déroulement de la mission

2.1. État des lieux du centre de gestion des déchets

Le centre est actuellement géré par une dizaine de personnes, dont 1 superviseur à temps partiel. 7 charretiers y travaillent pour les opérations de collecte, mais seuls 5 sont actuellement en activité suite au décès de 2 ânes.

Le centre s'étend sur une superficie d'environ 5 000m² et accueille les déchets du village de Ndianda qui compte 447 ménages.

Les charretiers sont directement payés par les familles, à raison de 1 000 FCFA par mois. Ils complètent leurs revenus avec des activités de maraîchage réalisées au niveau du centre.

Les déchets collectés sont ainsi acheminés vers le centre où ils sont déversés à même le sol avant l'opération de tri.



Image 1 : Déchargement de déchets par un charretier

Le tri se fait de façon grossière à l'aide d'une barre de fer rond. Les agents récupèrent essentiellement du plastique et quelques déchets d'aluminium (en très petite quantité car ces derniers sont souvent récupérés par les acteurs de l'informel avant la collecte).



Image 2 : Système de tri actuel des déchets

Avec ce système de tri de façon grossière, le centre parvient récupérer des déchets de plastique valorisables :

- Plastique dur (type PEHD, PEBD, PP, PET)
- Plastique souple (type sachets d'eau)

Le plastique dur a ainsi pu être vendu à Propolast, entreprise qui s'active dans la valorisation des déchets plastiques à raison de :

- 75 FCFA le kg pour le plastique type PEHD, PEBD, PP
- 50 FCFA le kg pour le plastique type PET

Pour cette première opération, Propolast a récupéré 718kg de déchets plastiques. La structure a pris en charge les coûts de transport. Elle a toutefois souligné avoir besoin d'avoir une idée du poids pour les prochaines opérations avant de déplacer le camion.

Le centre n'a pas encore identifié de filière de valorisation pour le plastique souple.



Image 3 : Système de stockage actuel des déchets plastiques

Les déchets organiques qui peuvent être triés sont transformés en compost pour une utilisation interne (activités maraîchage).

3 fosses sont disponibles pour le compostage



Image 4 : Espace de compostage et maraîchage

Le reste des déchets qui ne peut pas être valorisé (type textile) est brûlé au niveau d'un brûleur installé par le programme « Réussir au Sénégal ».



Image 5 : Système de brûlage des déchets

2.2. Caractérisation et quantification des déchets

Afin de mieux dimensionner les besoins de mise à niveau, les consultants ont commencé par réaliser une caractérisation et une quantification des déchets produits au niveau du centre de Ndianda.

Une première visite de site a ainsi été effectuée au niveau du centre. Cette visite a aussi permis de mieux prendre connaissance des activités du centre.

Durant la visite, l'équipe du centre a ainsi informé les consultants qu'à cette période 5 charrettes collectaient les déchets avec une moyenne de poids de 150kg par charge.

Le nombre de rotation par charrette varie en fonction des jours de la semaine.

- Lundi : 5 rotations par charrette
- Mardi : 4 rotations par charrette
- Mercredi : 3 rotations par charrette
- Jeudi et Vendredi : 1 rotation par charrette

Il n'y a pas de collecte le dimanche.

Sur la base de ces informations, les consultants ont pu réaliser la quantification décrite dans le Tableau 2-2, en considérant que chaque mois de l'année comptait en moyenne 4,5 semaines.

Nombre de charrettes	5
Poids moyen par charrette	150

Tableau 2-1 : Information sur les charrettes et le poids moyen collecté

	Lundi	Mardi	Mercredi	Jeudi	Vendredi	Samedi
Nombre de rotation par charrette	5	4	3	2	1	1
Nombre total de rotation par jour	25	20	15	10	5	5
Poids déchets collectés par jour	3 750 kg	3 000 kg	2 250 kg	1 500 kg	750 kg	750 kg
Poids collecté par semaine	12 000 kg					
Poids collecté par mois (4,5 semaines par mois)	54 000 kg					

Tableau 2-2 : Quantification des déchets (sur la base des informations fournies par le centre)

Sur la base de son expérience, le centre estime collecter 50kg de plastique par jour.

Avec ces données de quantification, les consultants effectués des recherches sur la caractérisation des déchets du village de Ndianda. Les données de la commune la plus proche trouvée sont celles de Joal-Fadiouth avec une campagne de caractérisation des déchets assimilés aux ordures ménagères réalisée par l'UCG en 2014/2015¹.

Ce rapport a donné les pourcentages (%) de caractérisation utilisés dans le tableau ci-dessous pour caractériser les déchets de Ndianda sur une période mensuelle.

Production totale déchets par mois	54 000 kg ²	
Type de déchets	% des déchets ³	Poids mensuel
Éléments fins	61,75%	33 345 kg
Putrescibles	8,31%	4 487 kg
Plastique	10,25%	5 535 kg
Textiles et textiles sanitaires	4,24%	2 290 kg
Incombustibles NC	4,49%	2 425 kg
Autres déchets	10,96%	5 918 kg

Tableau 2-3 : Caractérisation des déchets de Ndianda

Cette caractérisation donne une production mensuelle de déchets plastique de 5 535 kg à Ndianda. Ces déchets plastiques ont été caractérisés en différents types en

¹ UCG, Rapport de la campagne nationale de caractérisation des OM et assimilées (2014/2015) - Commune de Joal-Fadiouth

² Production mensuelle quantifié avec le centre de gestion des déchets

³ Pourcentage (%) issu de la caractérisation des déchets de l'UCG dans la Commune de Joal-Fadiouth (2014/2015)

utilisant les données du même rapport de caractérisation de l'UCG pour la commune de Joal-Fadiouth⁴.

Quantité de déchets plastiques par mois	5 535 kg	
Type de déchets	% des déchets	Poids mensuel
Films polyoléfines	55,42%	3 067 kg
Bouteilles et flacons PET	23,03%	1 275 kg
Autre plastique	12,76%	706 kg
PVC et polystyrènes	8,78%	486 kg

Tableau 2-4 : Caractérisation des déchets plastique de Ndianda

Cette caractérisation des déchets plastique donne une production mensuelle de plastique dur de 1 275 kg. Sur la base de 24 jours de collecte par mois, cela ramène à une production journalière de 53,11 kg. Cette donnée obtenue confirme les informations fournies par les membres du centre.

2.3. Identification des besoins de mise à niveau

À la suite des visites du centre de Nianda, les consultants ont effectué des recherches sur les technologies existantes au niveau national et international afin de mieux dimensionner les besoins de mise à niveau (matériels et immatériels). La nécessité d'alimenter les installations à l'énergie solaire a aussi été prise en compte.

2.3.1. Besoins en équipements et matériels

Les besoins matériels sont résumés dans le tableau ci-dessous. Les équipements et matériels identifiés permettront d'améliorer la productivité du centre et d'augmenter le potentiel de valorisation des déchets.

Équipement ou matériel	Description	Objectifs
Trommel (ou crible rotatif)	Équipement qui permet de séparer les matériaux par taille	<ul style="list-style-type: none"> • Séparer les déchets des éléments fins (sable) • Améliorer la productivité
Tapis de tri	Tapis qui va recevoir les déchets séparés du sable. La longueur sera de 6m, permettant jusqu'à 6	<ul style="list-style-type: none"> • Trier des déchets recyclables • Améliorer la productivité

⁴ UCG, Rapport de la campagne nationale de caractérisation des OM et assimilées (2014/2015) - Commune de Joal-Fadiouth

Équipement ou matériel	Description	Objectifs
	personnes de travailler sur la chaîne de tri	
Broyeur plastique	Broyeur d'une capacité minimale de 50kg par heure	<ul style="list-style-type: none"> • Produire du broyat (à partir du plastique dur) • Augmenter le prix de vente des déchets de plastique
Balance	Balance plateforme 1000 x 1000 mm	<ul style="list-style-type: none"> • Peser les déchets traités • Avoir une meilleure visibilité sur le stock disponible • Avoir une quantification plus précise des déchets
Bâches et thermomètres pour compost	Bâche respirante et Thermomètre pour le suivi	<ul style="list-style-type: none"> • Améliorer la technique de production de compost • Commencer à proposer du compost à la vente
Bassines	Bassines en plastique recyclé de 100L	<ul style="list-style-type: none"> • Lavage du plastique
Ordinateur	Ordinateur portable (avec système d'exploitation et pack office)	<ul style="list-style-type: none"> • Suivi des activités du centre (traçabilité, suivi des flux, suivi financier,...)
Équipements de protection individuelle	Gants, casques, masques, chaussures de sécurité, lunettes de protection,...	<ul style="list-style-type: none"> • Protéger les manipulateurs des déchets • Prendre en compte les aspects sécurité au travail

Tableau 2-5 : Besoins matériels du centre

2.3.2. Besoins immatériels

Des besoins immatériels ont aussi été identifiés pour assurer la durabilité des activités du centre de gestion des déchets. Ils sont synthétisés dans le tableau ci-dessous.

Besoin immatériel	Description	Objectifs
Formation sur les équipements	Formation sur le broyeur, le tapis et le tamis	Permettre l'équipe du centre de comprendre le fonctionnement des machines, les maintenances à faire,...

Besoin immatériel	Description	Objectifs
Formation sur le recyclage du plastique	<ul style="list-style-type: none"> Reconnaître et trier les types de plastique Lavage et séchage du plastique Stockage du plastique (avant et après broyage) Vente du plastique 	Permettre à l'équipe du centre de bien comprendre le domaine du recyclage du plastique (du tri à la vente)
Renforcement de capacité sur la gestion d'une unité de recyclage	<ul style="list-style-type: none"> Organisation du centre Mise en place d'un système de suivi et de traçabilité Formation sur les risques et les mesures de prévention (port des EPI, sensibilisation, ...) Mise en place de fiche sécurité par poste (tri, broyage,...) 	<ul style="list-style-type: none"> Revoir l'organisation du centre Assurer un suivi des activités Former toute l'équipe du centre sur les risques liés aux activités
Renforcement de capacité sur la gestion financière d'un GIE	<ul style="list-style-type: none"> Gestion financière (mise en place d'une comptabilité simple) 	Assurer un suivi financier
Assistance maintenance / exploitation (équipements et installation solaire)	Accompagnement à la prise en charge des coûts de maintenance sur 1 an	Assurer une maintenance correcte des équipements sur 1 an

Tableau 2-6 : Besoins immatériels du centre

2.3.3. Mise à niveau infrastructure

Afin d'installer les équipements recommandés par les consultants, le centre de gestion des déchets de Ndianda aura besoin d'une mise à niveau de son infrastructure dont les détails sont listés dans le tableau ci-dessous.

Mise à niveau infrastructure	Description	Objectifs
Désencombrement du site	Désherber le site	Gagner de l'espace pour l'installation de l'infrastructure
Aménagement d'une allée pour les charrettes	Aménagement d'une allée de l'entrée jusqu'à la zone de stockage (balisage avec des pierres)	Organiser le parcours des charrettes de l'entrée du centre au déchargement des ordures au niveau du tamis

Mise à niveau infrastructure	Description	Objectifs
Pavage des espaces de travail	<p>Aménager avec des pavés :</p> <ul style="list-style-type: none"> les 3 espaces de stockage des déchets (3 x 150m²) : 1 des espaces va abriter le broyeur Un espace de 50 m² pour le tapis de tri des déchets 	<ul style="list-style-type: none"> Éviter le stockage des déchets à même le sol Mettre en place un espace adéquat pour l'installation du broyeur
Aménagement d'un espace de tri (avec toit)	<p>Aménager un espace de tri avec toit pour installer le tapis de tri.</p> <p>Cet espace sera de 50 m² permettra à 6 personnes de travailler en même temps</p> <p>Les panneaux solaires seront utilisés en partie pour le toit</p>	Mettre en place un espace de tri à l'abri du soleil et de la pluie
Éclairage du site	Installer 8 spots Led	Éclairer le site pour assurer un service de gardiennage

Tableau 2-7 : Besoins en mise à niveau infrastructure

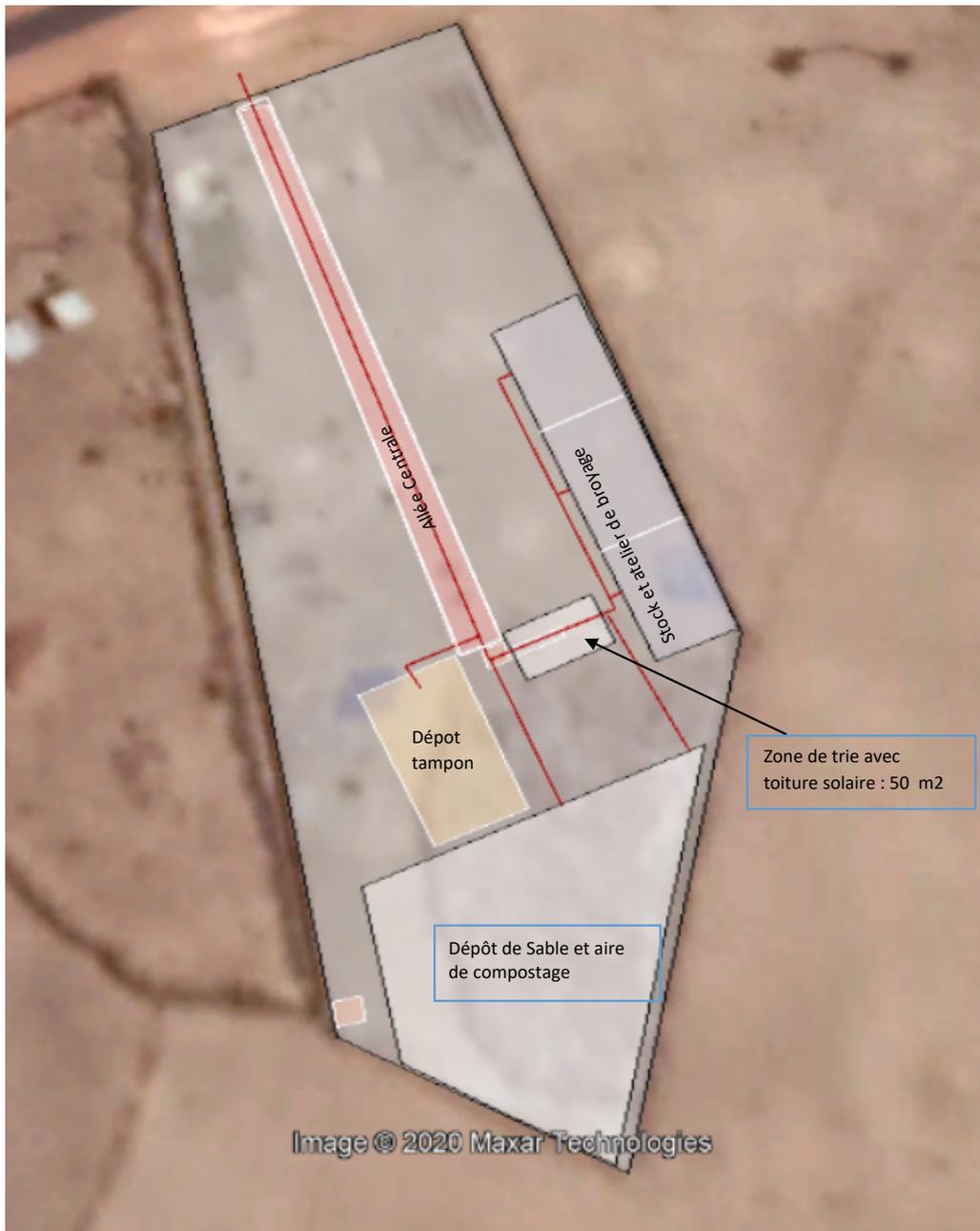


Image 6 : Aperçu des aménagements infrastructure

2.3.4. Dimensionnement de la plateforme solaire

Pour dimensionner la plateforme solaire, les consultants se sont basés sur l'irradiation solaire de Ndianda⁵. le rendement par heure a aussi été prise en compte pour calculer la production solaire par heure. Ces données ont été considérées sur le mois d'Aout étant la période la plus défavorable de l'année

⁵ Cf Annexe 2 : Données de production solaire énergétique estimées de Ndianda

Ainsi, seul le tapis pourra fonctionner toute la journée (de 8h à 17h).

Le broyeur qui requiert la plus grande puissance fonctionnera aux périodes durant lesquelles la production solaire est au maximum (à 12h et 13h).

Le tamis fonctionnera durant les périodes où le rendement dépasse les 50% et que le broyeur ne fonctionnera pas.

La production solaire et les périodes de fonctionnement des machines sur une journée type sont décrites au niveau du tableau ci-dessous avec une installation d'une puissance crête de 6 kW.

HEU R	%rendemen t global	Prod Solaire	Tamis	Tapis	Broyeur	Pabs[kw]	Pab<Psol[En.batterie]
00:00	0%	0,00				0,00	
01:00	0%	0,00				0,00	
02:00	0%	0,00				0,00	
03:00	0%	0,00				0,00	
04:00	0%	0,00				0,00	
05:00	0%	0,00				0,00	
06:00	0%	0,00				0,00	
07:00	3%	0,17				0,00	0,17
08:00	17%	1,02		0,75		0,75	0,27
09:00	36%	2,15		0,75		0,75	1,40
10:00	53%	3,16	1,5	0,75		2,95	0,21
11:00	63%	3,79	1,5	0,75		2,95	0,84
12:00	71%	4,25		0,75	3	3,75	0,50
13:00	73%	4,40		0,75	3	3,75	0,65
14:00	70%	4,22	1,5	0,75		2,95	1,27
15:00	64%	3,83	1,5	0,75		2,95	0,88
16:00	51%	3,07	1,5	0,75		2,95	0,12
17:00	33%	2,01		0,75		0,75	1,26
18:00	3%	0,15				0,00	0,15
19:00	0%	0,00				0,00	
20:00	0%	0,00				0,00	
21:00	0%	0,00				0,00	
22:00	0%	0,00				0,00	
23:00	0%	0,00				0,00	
TOTAL		32,21				25,00	7,71

Tableau 2-8 : Production solaire et consommation des équipements avec une puissance crête de 6 kw

La puissance crête de 6 kW couvre ainsi les besoins en électricité et permet le stockage de 11,2kWh sur des batteries pour d'autres usages (éclairage, ordinateur recharge téléphone,...).

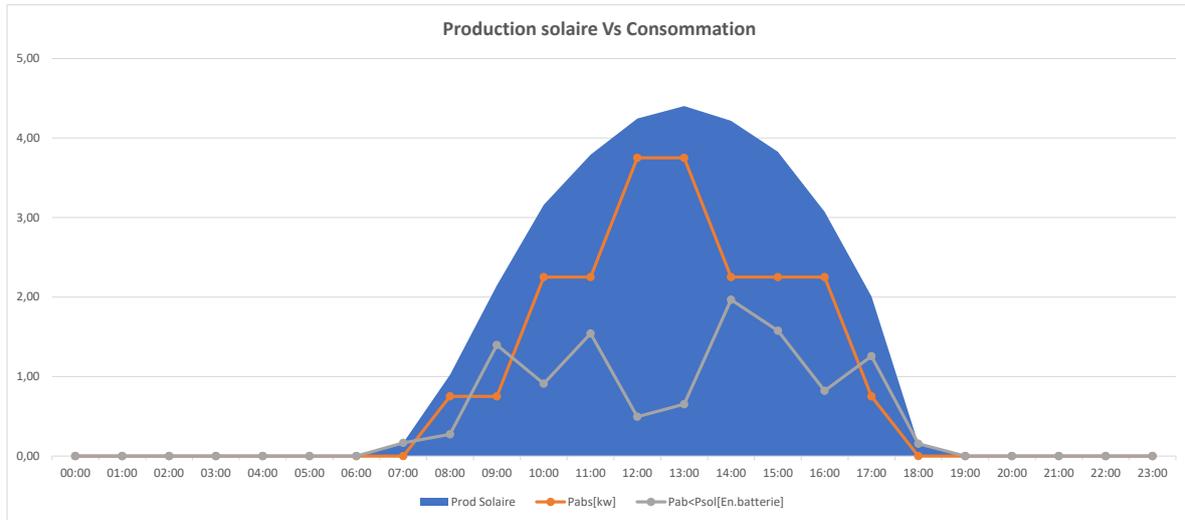


Image 7 : Production solaire vs consommation

Ces données ont permis de dimensionner les principaux composants à savoir les panneaux solaires, l'onduleur et les batteries.

Description	Dimensionnement	Unité	Commentaires
Capacité stockage	11,21	kWh	Les batteries ciblées sont de type OPZs 2V
Puissance Onduleur	7,5 kVA	KVA	prenant un compte un rendement global de 0,8 et un coefficient de surdimensionnement de 1,5
P panneau[w]	300	Wc	Puissance crête d'un panneau solaire
Nb Total	20	Nb	

Tableau 2-9 : Dimensionnement des panneaux solaires et de l'onduleur

Avec ce dimensionnement, le centre pourrait alimenter entre 8 spots pour éclairer le site.

Description	Dimensionnement	Unité	Commentaires
Énergie disponible pour l'éclairage	5 600	kWh	Correspond à 50% de l'énergie stockée journalièrement.
Puissance d'un spot (lumière)	50	W	Spot Led 50 W
Nombre de spots	8	Nb	
Durée de fonctionnement	12	h	
Consommation des spots	4 800	Wh	

Tableau 2-10 : Dimensionnement du potentiel d'éclairage du centre

2.3.5. Budget

Ci-dessous le budget global des besoins de mise à niveau.

Sur la partie matériel, les consultants ont réalisé 3 budgets comme résumé dans le tableau ci-dessous:

- Un budget pour des équipements fabriqués au Sénégal
- Un budget pour des équipements importés d'Europe
- Un budget pour des équipements importés de la Chine

Le budget des équipements fabriqués en local a été pris en compte dans la simulation de la table de rentabilité.

Tous les prix sont en Hors Taxes (HT).

Description	Quantité	Prix total HT (Sénégal)	Prix total HT (Europe)	Prix total HT (Chine)
MATÉRIEL				
Trommel (crible rotatif)	1	2 400 000 FCFA	9 638 892 FCFA	3 695 490 FCFA
Tapis de tri	1	2 250 000 FCFA	5 461 451 FCFA	2 701 458 FCFA
Broyeur plastique	1	3 500 000 FCFA	6 695 014 FCFA	3 811 200 FCFA
Total MATÉRIEL		8 150 000 FCFA	21 795 357 FCFA	10 208 148 FCFA

Tableau 2-11 : Budget des équipements

Description	Quantité	Prix unitaire HT	Prix total HT
MATÉRIEL			
Balance	1	658 581 FCFA	658 581 FCFA
Bâches pour compost	1	727 160 FCFA	727 160 FCFA
Thermomètres pour compost	2	25 000 FCFA	50 000 FCFA
Bassines	10	5 500 FCFA	55 000 FCFA
Ordinateur portable (avec système d'exploitation et pack office)	1	400 000 FCFA	400 000 FCFA
Équipements de protection individuelle (lot)	1	1 474 540 FCFA	1 474 540 FCFA
Total MATÉRIEL			3 365 280 FCFA

Tableau 2-12 : Budget du matériel

Détail du budget des Équipements de protection individuelle

Type	Quantité par personne	Nb personnes	Quantité totale	Prix unitaire HT	Prix total HT
Gants anti coupure et piqure	5	15	75	4 160 FCFA	312 000 FCFA
Casques anti bruit	1	15	15	8 103 FCFA	121 540 FCFA
Casque sécurité	1	15	15	3 250 FCFA	48 750 FCFA
Masques (FFP3)	5	15	75	4 030 FCFA	302 250 FCFA
Lunette de protection	2	15	30	3 250 FCFA	97 500 FCFA
Bottes de sécurité	1	15	15	19 500 FCFA	292 500 FCFA
Tenue de travail	1	15	15	20 000 FCFA	300 000 FCFA
Total					1 474 540 FCFA

Tableau 2-13 : Détail du budget des EPI

Description	Quantité	Prix unitaire HT	Prix total HT
IMMATÉRIEL			
Formation sur le recyclage du plastique	3	200 000 FCFA	600 000 FCFA
Renforcement de capacité sur la gestion d'une unité de recyclage Formation sécurité des biens et des personnes	2	200 000 FCFA	400 000 FCFA
Renforcement de capacité en gestion financière	2	200 000 FCFA	400 000 FCFA
Assistance maintenance / exploitation (équipements et installation solaire)	1	600 000 FCFA	600 000 FCFA
Formation pour l'amélioration du compostage	3	250 000 FCFA	750 000 FCFA
Total IMMATÉRIEL			2 750 000 FCFA

Tableau 2-14 : Budget de l'accompagnement immatériel

Description	Quantité	Prix unitaire HT	Prix total HT
MISE À NIVEAU INFRASTRUCTURE			
Désencombrement du site <i>(peut-être réalisé par le centre)</i>	1	0 FCFA	0 FCFA
Aménagement d'une allée pour les charrettes <i>(peut-être réalisé par le centre)</i>	1	0 FCFA	0 FCFA
Pavage des espaces de travail	500	7 000 FCFA	3 500 000 FCFA
Aménagement d'un espace de tri (avec toit)	1	500 000 FCFA	500 000 FCFA
Éclairage du site	8	25 000 FCFA	200 000 FCFA
Total MISE À NIVEAU INFRASTRUCTURE			4 200 000 FCFA

Tableau 2-15 : Budget de la mise à niveau infrastructure

2.3.6. Liste des fournisseurs

Les consultants ont identifié les fournisseurs (au niveau national et international) répertoriés dans le tableau ci-dessous.

Type de fourniture	Fournisseur potentiel	Contact	Brève description des activités	Implantation
Équipements de gestion des déchets	NEGOMAR SENEGAL	David DUPRE LA TOUR david.duprelatour@orange.fr Tel : + 33 682 30 87 59 (Whats'app) Tel : + 221 78 608 15 05 (Sénégal)	Société de Négoce de matières recyclés (surtout le plastique) destinées surtout à l'exportation Le gérant connaît très bien le domaine du recyclage du plastique et est capable d'importer des équipements	Thiès
	KKMG	Koffi KAN koffikan92@gmail.com Tel: +221 77 646 51 64 / +221 76 334 33 61	Fabrication et rectification de moules Fabrication de machines (broyeurs, presses à balle, concasseurs,...) Menuiserie métallique Broyage de plastique La société s'active aussi dans le domaine du broyage du plastique (pour le revente) Le gérant connaît très bien le domaine du recyclage du plastique La société peut importer du matériel si besoin	Dakar
	SNS-EMC	Balla SARR sns-emc@live.fr Tel: +221 77 649 82 71	Fabrication de machines de transformation Tuyauterie Soudure Pneumatique Régulation Électricité Froid et Machines de Transformation Céréales Fruits Légumes et Divers	Dakar
	Entreprise Mamour Dieng	Tel: +221 77 630 21 73 Tel: +221 33 824 71 32 entmamdieng@outlook.com	Fabrication de machines industrielles et chaudronneries pour l'industrie	Dakar

Type de fourniture	Fournisseur potentiel	Contact	Brève description des activités	Implantation
	Blik France	Louis Desmarest ventes@blik.fr Tel : +331 64 98 79 79	Fabrication de machines pour l'industrie du recyclage (Broyeurs, Compacteurs, presses à balles, séparateurs) La structure ne vend pas de trommel et tapis, mais devrait pouvoir compléter sa proposition en travaillant avec d'autres fournisseurs	France
	Decoval	contact@decoval.fr	Fabrication de machines pour l'industrie du recyclage (Broyeurs, déchiqueteurs, Compacteurs, presses à balles, séparateurs) La structure ne vend pas de trommel, mais devrait pouvoir compléter sa proposition en travaillant avec d'autres fournisseurs Le broyeur à 3kw risque d'avoir une capacité entre 25 et 30kg/h	France
Matériels	Le fournisseur identifié pour les équipements pourra fournir le matériel nécessaire et validé par le PED			
Équipements solaires	Smart Energy Solutions	papa.mbaye@ses-africa.com	Fourniture et installation solaire PV	Dakar
	Satech	satech@satechsen.com	Fourniture et installation solaire PV	Dakar
Mise à niveau infrastructure	Groupe 2IC	2icgroupes@gmail.com Tel : +221 77 300 58 41	Bâtiment et Génie Civil	Dakar
	ENTREPRISE BABACAR DIOUF	+221 77 300 61 41	Bâtiment et Génie Civil	Dakar

Tableau 2-16 : Liste des fournisseurs

2.4. Rentabilité financière

Les différents investissements recommandés par les consultants ont été pris en compte dans le modèle dans le calcul de la rentabilité financière du centre. Le modèle de table de rentabilité du PED a été utilisé à cet effet.

Les consultants ont considéré les hypothèses ci-dessous dans le calcul de la rentabilité financière du centre.

Investissements

Les besoins matériels ont été pris en compte à l'exception des équipements de protection individuelle

Immatériels

Les besoins immatériels n'ont pas été pris en compte dans la mesure où ils peuvent être apportés par assistance technique

Valorisation des déchets plastiques

Pour les déchets plastiques, les consultants ont considéré les données issues de la caractérisation avec les hypothèses suivantes :

- 50% du plastique dur sont de type PEHD, PP
- Le reste des 50% du plastique dur sont de type PET
- 50% des sachets plastiques sont valorisables

Un benchmark rapide du marché du plastique recyclé a permis d'avoir une idée des prix de vente du plastique broyé.

Type de plastique	SIMPA	AMAPLAST	SOTRAMAP	Negomar (intermédiaire)	Sodiaplast (Mbour)	Marché informel (indiens)
PEHD	300 à 350 FCFA	300 à 350 FCFA	300 à 350 FCFA	200 FCFA		
PET				50 FCFA		175 à 200 FCFA
PP (Chaises)	375 FCFA	375 FCFA		200 FCFA		
PP (Bassines)	350 à 375 FCFA	350 à 375 FCFA	350 à 375 FCFA	200 FCFA		
PEBD (Sachets plastiques)				50 FCFA	65 FCFA	

Tableau 2-17 : Prix de vente du plastique recyclé sur le marché sénégalais

Les grandes entreprises de transformation du plastique offre de meilleurs tarifs de rachat. Toutefois, il peut être difficile pour le centre de travailler directement avec eux dans la mesure où ces entreprises ont déjà un réseau de fournisseurs avec qui ils travaillent et peuvent exiger un certain volume. Le centre aura besoin de l'accompagnement de la GIZ pour une mise en relation avec ces structures.

Il existe sur le marché des intermédiaires qui proposent des tarifs moins intéressants, mais qui seront moins exigeants en termes de volume.

Pour les sachets plastiques, l'entreprise Sodiaplast, n'aura pas de contrainte de volume. Elle peut acheter les déchets à partir du moment ils sont livrés à son entrepôt de Mbour.

Partant de ce constat, les consultants ont pris en compte les montants de vente les plus défavorables dans le calcul de la rentabilité financière du centre.

Hypothèses de valorisation et prix (Plastique)					
Type de produits	% des déchets	Poids total de base	Poids mensuel valorisé	Prix par kg	Revenus mensuels
Plastique type PEHD (% par rapport aux Bouteilles et flacons PET de la caractérisation)	50,00%	1 275 kg	637 kg	200 FCFA	127 471 FCFA
Plastique type PET (% par rapport aux Bouteilles et flacons PET de la caractérisation)	50,00%	1 275 kg	637 kg	50 FCFA	31 868 FCFA
Plastique type sachets (% valorisable par rapport au total de la caractérisation)	50,00%	3 067 kg	1 534 kg	65 FCFA	99 694 FCFA

Tableau 2-18 : Hypothèses de valorisation du plastique et prix

Valorisation des déchets organiques

Il est prévu de valoriser les déchets organiques en compost. Il s'agira d'un compost mélangé avec du sable (le plus souvent appelé terreau).

Type de produits	% des déchets	Poids total	Poids mensuel valorisé	Nombre de sacs de 50kg	Utilisation interne (sacs)	Nb sacs vendus	Prix par sac de 50kg	Revenus mensuels
Compost avec sable	75,00%	4 487 kg	3 366 kg	67	5	62	2 500 FCFA	155 778 FCFA

Tableau 2-19 : Hypothèses de valorisation des déchets organiques et prix

Ces hypothèses sont reprises dans le document **Modele_commercial_Nianda (Broyage) - 2020-11-10.XLSX** qui donne le détail de la rentabilité financière du centre de gestion des déchets de Ndianda.

Il ressort qu'avec les investissements prévus, le centre pourra commencer à réaliser un résultat opérationnel positif à partir de la 4^{ème} année d'activité, tandis que le bénéfice après impôts commencera à être positif à partir de la 6^{ème} année.

Pour atteindre ces objectifs, le centre aura besoin d'augmenter la quantité de déchets plastiques collectée par mois, à raison d'une augmentation de 20% par an.

3. Prérequis

Avec les investissements recommandés, il sera nécessaire de mettre en place un certain nombre de prérequis dans l'objectif s'assurer une rentabilité des activités sur le long terme :

- Au niveau de PED :
 - Prendre en compte les besoins immatériels identifiés
 - Accompagner le centre de gestion des déchets Ndianda dans la mise en relation avec les industriels du plastique afin de garantir les meilleurs tarifs et la prise en charge des petits volumes
 - Accompagner le centre de gestion des déchets Ndianda dans la conquête de nouveaux marchés
 - Contrats de collecte auprès de privés (hôtels, restaurants,...)
 - Collecte des déchets plastiques à Joal et dans les villages environnants
- Au niveau du centre de gestion des déchets et Ndianda
 - Adapter les horaires de travail (9h – 13h au moment de l'étude). Il serait nécessaire de passer à des journées de 8h à 17h
 - Assurer la sécurité du site
 - Revoir l'organisation (rôles et responsabilité) en interne
 - Système de pesage des déchets (suivi du poids)

4. Perspectives

Au-delà de la collecte des déchets à Ndianda, des perspectives d'expansion existent :

- Le centre reçoit régulièrement des sollicitations des 5 villages environnants pour la collecte des déchets (Mbodiène, Ngédiène, Ndofane, Joal, Faadial, Ndiarogne). À titre d'exemple, le village de Ndoffane compte 200 ménages
- La commune de Joal (située à une dizaine de kilomètres de Ndianda) a déjà échangé avec le centre sur la prise en charge des déchets plastiques. D'après

les données de caractérisation de l'UCG, la commune de Joal produit 13,124 tonnes de plastique dur par mois⁶ (PET, PEHD, PP,...).

5. Point d'attention

Bien qu'étant hors périmètre, les consultants ont tenu à soulever un point d'attention sur le système d' «incinération des déchets».

En effet, les déchets non valorisables sont traités dans four appelé « incinérateur ». Sans système de traitement de fumée, le four est en réalité très proche d'un brûleur.

On a ainsi un processus de brûlage des déchets qui entraîne une pollution et impacte négativement la santé et l'environnement.

En effet, selon le Toolkit d'identification et de quantification des rejets de dioxines et furanes du PNUE⁷, le brûlage d'une tonne de déchets ménagers, a un facteur d'émission de 3 500 µg TEQ, soit 3,5 µg TEQ/kg.

Selon les directives techniques de la Convention de Bâle relatives aux dioxines et furanes⁸, une valeur faible en dioxines et furanes est considérée comme étant inférieure à 15 µg TEQ/kg. Au-delà de cette valeur, les personnes exposées risquent un impact négatif sur leur santé (Tumeur, Cancers, Problèmes cardiovasculaire, Troubles de l'attention chez l'enfant exposé, Céphalées, ...).

Prenant en compte l'effet persistance dans l'environnement des dioxines et furanes, ce système pourrait avoir un impact négatif sur la santé et l'environnement s'il est répliqué au niveau de plusieurs centres.

Les consultants invitent ainsi la GIZ à réévaluer ce système de brûlage dans le cas où le modèle du centre de gestion des déchets de Ndianda devait être répliqué dans d'autres communes du Sénégal.

6. Autres livrables

En plus de ce présent rapport, les consultants ont fourni les livrables ci-dessous

- Un document d'appel d'offre pour l'achat des équipements électriques proposés pour la plateforme solaire de valorisation des déchets du centre de Ndianda
- Une simulation financière pour calculer la rentabilité financière du centre suite aux investissements (fichier **Modele_commercial_Nianda (Broyage) - 2020-11-10.XLSX**)

⁶ UCG, Rapport de la campagne nationale de caractérisation des OM et assimilées (2014/2015) - Commune de Joal-Fadiouth

⁷ Toolkit 2013 d'identification et de quantification des dioxines et furanes (PNUE)

⁸ Directives techniques disponible sur www.basel.int

7. Annexe 1 : Spécifications techniques

7.1. Spécifications techniques des équipements et matériels

Équipement ou matériel	Description
Trommel (crible rotatif)	<ul style="list-style-type: none"> • Fonctionnalité recherchée : Séparation du sable des déchets solides municipaux • Diamètre : 800 mm à 1 000 mm • Longueur : 2m • Capacité : 500 kg/h minimum • Maillage : 50 à 60 mm • Vitesse de rotation : 18 À 20 tours par minute • Angle d'inclinaison : 5° • Puissance : 1,5 kW maximum • Tension : 400V / Fréquence : 50 Hz • Garantie : 1 an
Tapis de tri	<ul style="list-style-type: none"> • Tapis pour le tri des déchets solides municipaux (débarassés du sable) • Longueur : 6 m • Largeur : 0,5 m • Hauteur : 0,9 m • Vitesse : 0,1m par seconde (1m en 10 secondes) • Puissance : 0,75kW maximum • Tension 400V / Fréquence : 50 Hz • Doit permettre à 6 personnes de trier les déchets en même temps • Garantie : 1 an
Broyeur plastique	<ul style="list-style-type: none"> • Fonctionnalité recherchée : Broyage de déchets de plastique dur (PP, PEHD, PEBD, PS, PET,...) • Broyat à la sortie de 4 à 6 mm • Capacité : 50 kg/h minimum • Puissance : 3kW maximum • Tension : 400V / Fréquence : 50 Hz
Balance	<ul style="list-style-type: none"> • Plate-forme de 4 capteurs avec structure en acier et tôle supérieure l'armée • jusqu'à 5 mm d'épaisseur. • Capacité : 600kg • Lecture : 200g • Taille plateau : 1000 x 1000 mm • Poignée de levage pour l'installation et la maintenance • Pieds réglables en hauteur. • Écran LCD avec rétro-éclairage et 6 digits de 30 mm d'haute. • Clavier étanche avec 5 touches de fonction et touches ON et OFF. • Touches de fonction: sélection d'unités des pèses, zéro, tare, accumulation

Équipement ou matériel	Description
	<ul style="list-style-type: none"> • Batterie rechargeable • Température de fonctionnement: -10°C +50°C. • Alimentation avec transformateur AC/DC 240VAc 50Hz
Bâche pour compost	<ul style="list-style-type: none"> • Bâche respirante - Protection du compost 300gr • Poids au m2 : 300 g/m2 • Résistance : 20 KN/m (environ 2t/m) • Longueur : 25 m • Largeur : 6m • Matière : fibres de propylène • Chimiquement stable aux acides et aux bases (pH 2 – 13). • Protégé aux UV • Insensible à l'oxydation
Thermomètres pour compost	<ul style="list-style-type: none"> • Thermomètre pour compost • Longueur : 430 mm ou 190 mm • Amplitude : -20+104 / 0+220 • Unité : °C • Cadran : Ø 50 mm • Sonde inox : 300 mm
Bassines	<ul style="list-style-type: none"> • Capacité de 100 litres en plastique recyclé
Ordinateur portable (avec système d'exploitation et pack office)	<p>Ordinateur Portable 15,6"</p> <p>Processeur : core i3 ou équivalent</p> <p>RAM : 8Go</p> <p>Disque : 500Go</p> <p>Système d'exploitation : Windows (dernière version stable)</p> <p>Pack office installé</p>

Tableau 7-1 : Spécifications techniques des équipements et matériels

7.2. Spécifications des équipements de protection individuelle

Type	Spécifications
Gants anti coupure et pique	<p>Gant résistant aux coupures et piqures</p> <ul style="list-style-type: none"> - Matériaux : Latex - Épaisseur : Jauge 7
Casques anti bruit	<p>Casque antibruit avec coquilles ABS et mousse synthétique.</p> <p>Arceau polycarbonate réglable en hauteur, souple et matelassé.</p> <p>SNR 29 DB</p>

Type	Spécifications
Casque sécurité	Casque de chantier serrage glissière Casque de chantier traité UV avec 8 points de fixation. Basane éponge. Serrage glissière ajustable.
Masques (FFP3)	Masque coque à usage unique avec soupape FFP3 Coque à soupape Couche extérieure et intérieure en polypropylène Média filtrant en feutre à grande efficacité de filtration (polypropylène) électrostatique Pince-nez en aluminium Élastique en gomme naturelle
Lunette de protection	Lunettes polycarbonate monobloc. Branches nylon inclinables et ajustables. Embouts spatulés. Pont nasale TPE souple extra confort. Protections latérales. UV400 / Anti-buée / Anti-rayures
Bottes de sécurité	Bottes de sécurité - Taille haute - Matière en PVC doublé viscosse - semelle anti-perforation en acier - embout de protection en acier
Tenue de travail ?	Ensemble blouson + pantalon Polyester / Coton : 40/60%

Tableau 7-2 : Spécifications des équipements de protection individuelle

7.3. Spécifications techniques des installations solaire PV

Équipement	Spécifications
Panneaux solaires	<ul style="list-style-type: none"> Type : Monocristallin Puissance de 300 Wc +/- 3% Rendement des cellules 17.9% Rendement du module 15.4% Température d'utilisation -40°C à +85°C Certifications IEC 61215 / Classe II Garantie : 15 ans Les Panneaux seront posés en toiture sur des supports en aluminium résistants aux intempéries
Onduleurs	<ul style="list-style-type: none"> Type : Onduleur Hybrid 3 Ph Puissance : 7,5 kVA Tension de sortie : 230Vac Garantie : 10 ans

Équipement	Spécifications
Batteries	<ul style="list-style-type: none"> • Type OPZs 2V • Sans entretien • Plage de température : -60° C à +60° C • Garantie : 8 ans

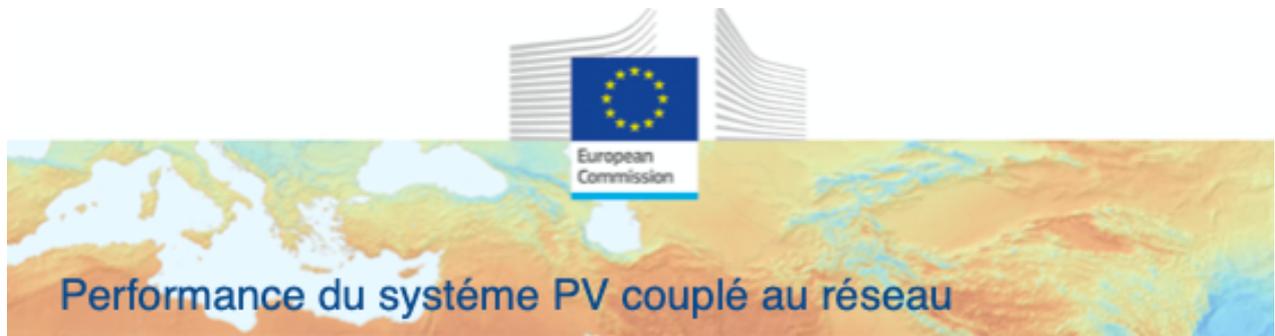
Tableau 7-3 : Spécifications techniques des installations solaire PV

7.4. Spécifications techniques Infrastructure

Mise à niveau infrastructure	Spécifications
Dallage	<ul style="list-style-type: none"> • Surface 500 m² pour les espaces de tri et de stockage • Dalles de ciment de catégorie C4
Couverture de l'espace de tri	<ul style="list-style-type: none"> • Surface de 50 m² orienté sud • Poteaux en béton armé et traverses en tubes métalliques rond D 5mm • Toiture Bac Alu zinc 0,8 mm
Spots Led	<ul style="list-style-type: none"> • Tension d'alimentation 220 V • Puissance unitaire 50W • faisceau:120 degrés; • Protection IP68 • Garantie : 5 ans

Tableau 7-4 : Spécifications techniques de la mise à niveau infrastructure

8. Annexe 2 : Données de production solaire énergétique estimées de Ndianda



PVGIS-5 données de production solaire énergétique estimées:

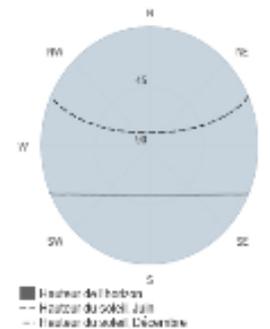
Entrées fournies:

Latitude/Longitude: 14.222, -16.815
 Horizon: Calculé
 Base de données: PVGIS-SARAH
 Technologie PV: Silicium cristallin
 PV installée: 6000 kWp
 Pertes du système: 14 %

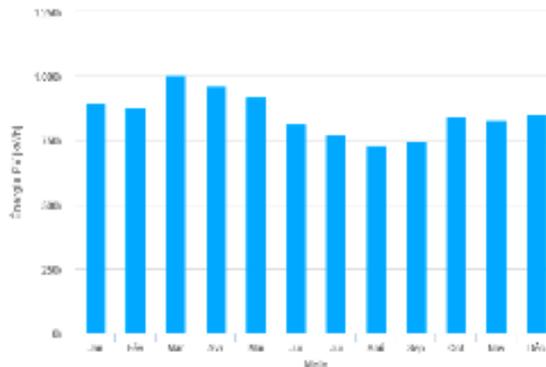
Résultats de la simulation

Angle d'inclinaison: 16 (opt) °
 Angle d'azimut: 1 (opt) °
 Production annuelle PV: 10248775.33 kWh
 Irradiation annuelle: 2341.82 kWh/m²
 Variabilité interannuelle: 171237.32 kWh
 Changements de la production à cause de:
 Angle d'incidence: -2.58 %
 Effets spectraux: 0.34 %
 Température et irradiance faible: -13.22 %
 Pertes totales: -27.05 %

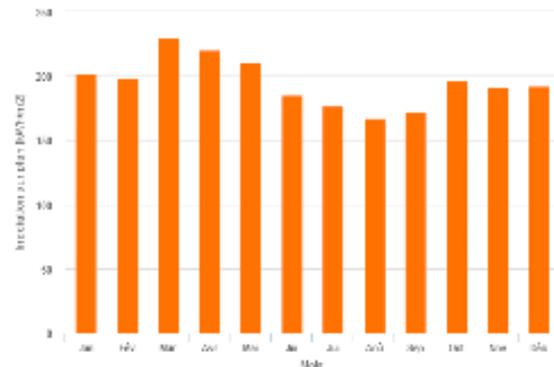
Ligne d'horizon:



Production énergétique mensuelle du système PV fixe:



Irradiation mensuelle sur plan fixe:



Énergie PV et irradiation solaire mensuelle

Mois	E_m	H(i)_m	SD_m
Janvier	895871.201.5	34009.7	
Février	879552.098.6	37181.6	
Mars	1003442.289.5	17423.9	
Avril	961700.220.4	14458.9	
Mai	920114.210.1	18868.7	
Juin	814723.285.4	22047.6	
Juillet	772353.276.4	39309.2	
Août	730531.767.1	28543.9	
Septembre	745903.072.2	25115.0	
Octobre	844592.797.2	39123.2	
Novembre	829049.191.5	47783.4	
Décembre	851939.192.0	38919.0	

E_m: Production électrique moyenne mensuelle du système défini [kWh].
 H(i)_m: Montant total mensuel moyen de l'irradiation globale reçue par mètre carré sur les panneaux du système défini [kWh/m²].
 SD_m: Déviation standard de la production électrique mensuelle à cause de la variation interannuelle [kWh].

La Commission européenne gère ce site web pour améliorer l'accès du public aux informations à ses initiatives et ses politiques de l'Union européenne en général.

Nous vous remercions de partager ces informations avec vos contacts.

Nous nous efforçons de corriger les erreurs qui nous seront signalées.

La Commission décline cependant toute responsabilité concernant les informations figurant sur ce site.

PVGIS ©Union Européenne, 2001-2020.

Reproduction is authorised, provided the source is acknowledged, save where otherwise stated.

Données mensuelles d'irradiation 2020/10/23

Production énergétique mensuelle du système PV fixe

(C) PVGIS, 2020

