

Partenaires du Programme de Coopération décentralisée
Maîtrise d'ouvrage du projet



ardèche
LE DEPARTEMENT

Opérateur
Maîtrise d'œuvre du
programme de coopération



PROJET SEAUDEL / MATAM

SOLEIL ET EAU POUR LE DEVELOPPEMENT ECONOMIQUE LOCAL DE MATAM

REALISATION D'UNE ETUDE DE CAPITALISATION ET D'OPPORTUNITES DU
SOLAIRE POUR LE DEVELOPPEMENT D'ENERGIE RENOUVELABLE DANS DES
FORAGES DU DEPARTEMENT DE MATAM

RAPPORT

VERSION DEFINITIVE

Mai 2021

CABINET ETIC SARL



ETIC sarl

Etudes-Travaux-Ingenierie-Conseils

Table des matières

I. GENERALITES	4
1.1. INTRODUCTION ET CADRE	4
1.2. OBJECTIF	5
1.3. RESULTATS ATTENDUS	5
1.4. DEMARCHE METHODOLOGIQUE	5
II. EVALUATION DES AEP DES SITES PILOTES	6
2.1. PRESENTATION DES SITES PILOTES ET COMPOSITION DES AEP :	6
2.2. CARACTERISTIQUES TECHNIQUES GENERALES DES AEP :	6
2.2.1. Caractérisation des équipements de pompage	6
2.2.2. Caractérisation du stockage	6
2.2.3. Caractérisation des réseaux	7
2.3. PERFORMANCES DES AEP AVANT ET APRES LA MISE EN PLACE DU SYSTEME SOLAIRE	7
2.3.1. Production et consommation	7
2.3.2. Performances financières	8
2.3.3. Rentabilité à long terme	14
2.3.4. Gestion	17
2.4. COMPARAISON DES PERFORMANCES ET EVALUATION DU SYSTEME	17
2.4.1. Comparaison générale des différents systèmes de pompage étudiés	17
2.4.2. Comparaison globale des systèmes initiaux et du pompage solaire	18
2.4.3. Evaluation sommaire du système mixte mis en place	18
2.4.4. Outils de standardisation et tests de validation sur sites pilotes :	23
III. AEP SANS EQUIPEMENTS SOLAIRE	29
3.1. AEP ET LOCALITES POLARISEES	29
3.1.1. Composition et caractéristiques techniques générales des aep :	29
3.2. PERFORMANCES DES AEP	30
3.2.1. Données d'exploitation	30
3.2.2. Gestion	31
3.2.3. Analyse financière des	31
3.3. CONTRAINTES PARTICULIERES ET AMELIORATIONS SOUHAITEES	34
3.4. PERTINENCE DU MIXTE SOLAIRE	34
3.5. PRIORISATION	36
3.6. SYSTEMES SOLAIRE A METTRE EN PLACE POUR LES NOUVELLES AEP	37
3.7. BUDGET DE REALISATION DU MIXTE SOLAIRE POUR CHAQUE SYSTEME	39

Liste des tableaux

Tableau 1: Caractérisation des équipements de pompage des sites pilotes	6
Tableau 2: caractérisation des équipements de stockage pour les sites pilotes	6
Tableau 3: Localités polarisés par les AEP pilotes	7
Tableau 4 : Performances d'avant et d'après l'intégration du système solaire	7
Tableau 5 : Hypothèses générales d'estimation des coûts de l'eau pour le site pilote de Doumnga Rindiaw	9
Tableau 6: Investissements principaux pour le site pilote de Doumnga Rindiaw	9
Tableau 7: Frais de fonctionnement pour le site pilote de Doumnga Rindiaw	9
Tableau 8: Dotations aux amortissements pour le site pilote de Doumnga Rindiaw	10
Tableau 9: coûts de l'eau pour le site pilote de Doumnga Rindiaw	10
Tableau 10: Hypothèses de structuration du coût de l'eau pour le site Thehel Sébbé	11
Tableau 11: Investissements pour le site de Thiehel Sebbé	11
Tableau 12: Frais de fonctionnement pour le site de Thiehel Sebbé	12
Tableau 13: Dotations aux amortissements pour le site de Thiehel Sebbé	12
Tableau 14: Coût de l'eau pour le site de Thiehel Sebbé	12
Tableau 15: Données de rentabilité à long terme pour le site de Doumnga Rindiaw	14
Tableau 16: Rentabilité à long terme pour le système de Doumnga Rindiaw	15
Tableau 17: Données de rentabilité à long terme pour le site de Thiehel Sebbé	16
Tableau 18: Rentabilité à long terme pour le système de Doumnga Rindiaw	16
Tableau 19: Comparaison générale des différents systèmes de pompage étudiés	17
Tableau 20: Présentation du modèle de choix et de comparaison des sites d'intervention du pompage solaire	25
Tableau 21 : Notation de tests de choix et de comparaison de sites pour le site pilote de Doumnga Rindiaw	26
Tableau 22: Conclusion et recommandations pour le test de choix et de comparaison de sites sur le site pilote de Doumnga Rindiaw	27
Tableau 23: Notation de tests de choix et de comparaison de sites pour le site pilote de Thiéhe Seddé	27
Tableau 24: Conclusion et recommandations pour le test de choix et de comparaison de sites sur le site pilote de Thiehel Seddé	28
Tableau 25: Localités composantes des AEP sans système solaire étudiées	29
Tableau 26: Caractéristiques des AEP sans système solaire	30
Tableau 27: Données d'exploitation des AEP	31
Tableau 28: Evaluation financière des AEP sans solaire	32
Tableau 29: 3.3. Contraintes particulières et améliorations souhaitées pour les AEP sans solaire ...	34
Tableau 30; Cibles éventuelles générales à améliorer pour l'intégration du mixte solaire dans les sites étudiés	35
Tableau 31: Résultats des simulations pour les sites sans solaire	35
Tableau 32: Priorisation des sites pour l'intégration du pompage solaire	36
Tableau 33: Budget d'investissement de l'intégration du système solaire pour chaque site	39

Liste des figures

Figure 1: Coûts de l'eau pour les différentes variantes étudiées pour le site pilote de Doumnga Rindiaw	10
Figure 2: Comparaison de coûts de l'eau pour différentes variantes.....	13
Figure 3 ; Evolution de la rentabilité du système de Doumna Rindiaw.....	15
Figure 4: Evolution de la rentabilité du système de Thiehel Sebbé	17
Figure 5: Consommations par habitants (m ³ /jou/habitant)	32

I. GENERALITES

1.1. INTRODUCTION ET CADRE

Depuis 1999, une coopération décentralisée s'est développée entre les collectivités territoriales du Département de Matam et le Département de l'Ardèche. Cette coopération a permis de réaliser des infrastructures de base (écoles, puits, centres de santé, etc.) et de mettre en place à partir de 2010, un programme régional axé sur l'hydraulique rural et l'assainissement. Ce programme a été bénéficié de l'appui du Département de la Drôme et a été cofinancé par le ministère des Affaires étrangères et l'Agence de l'eau Rhône Méditerranée Corse. Ce programme articulé autour d'une approche territoriale, a intégré l'appui à la maîtrise d'ouvrage locale, l'émergence de compétences locales sur les métiers de l'eau, la réalisation d'adduction d'eau multi villages et l'accompagnement à une meilleure gestion du service de l'eau. Dans cette dynamique, des conventions cadre de coopération ont été signées avec des communes pilotes de cette réflexion en 2012. Avec l'émergence de l'échelon départemental en juin 2014 (Acte III de la Décentralisation), une convention de partenariat a également été signée entre le Département de l'Ardèche et celui de Matam pour une meilleure articulation des interventions au niveau départemental.

Les communes pilotes, notamment la commune de Bokidiawé, ont mené des réflexions importantes pour une bonne mise en œuvre de ce programme. La commune de Bokidiawé a impulsé un travail sur l'amélioration de la fiscalité locale, la démocratie participative et l'amorce d'une stratégie autour du développement économique local qui ont conduit à la mise en œuvre d'un projet de renforcement des équipements hydrauliques (forages multi-villages notamment).

L'expérience de Bokidiawé est axée sur une approche concertée de diversification énergétique à travers l'équipement de forages en solaire pour faire face aux changements climatiques, approche globale d'atténuation et d'adaptation et le développement d'activités économiques liées à l'eau, notamment agricoles, pour renforcer la sécurité alimentaire en milieu rural et assurer la pérennité des ouvrages hydrauliques (dont les coûts d'exploitation dépassent les seuls besoins domestiques).

L'apport du mixte énergétique au niveau des forages polarisant des villages du Diéri a permis de desservir environ 10.200 habitants et un cheptel important, et de réunir les conditions propices au développement économique local de la commune de Bokidiawé.

En s'inscrivant, par conséquent, en droite ligne avec les politiques nationales de développement portées par l'Etat du Sénégal qui voudraient que le mixte énergétique soit une priorité afin de réduire la facture énergétique et encourager l'équipement solaire de forages à haut débit généralement délaissés et équipés avec un groupe électrogène, le Département de Matam compte s'attacher les services d'un Consultant pour réaliser une étude de capitalisation et d'opportunités de l'utilisation de l'énergie solaire pour le développement d'énergies renouvelables à Matam.

Cette étude s'appuiera d'abord sur l'expérience de Bokidiawé pour étudier les potentialités et les conditions de passage au pompage solaire des systèmes d'une dizaine de villages du département de Matam.

Pour ce faire, le présent rapport est articulé comme suit :

- Une première partie générale qui aborde le contexte, les objectifs et résultats attendus et la démarche méthodologique adoptée ;
- Une deuxième partie orientée vers la capitalisation sur les sites pilotes ;

- Enfin, une troisième partie porte sur les AEP non pourvues de systèmes de pompage solaire et qui sont actuellement alimentés soit par le réseau Senelec, soit le un groupe électrogène ou les deux à la fois.

1.2. OBJECTIF

En s'inspirant et en capitalisant l'initiative SEAUDEL à Bokidiawé, l'objet global est de « réaliser une étude prospective sur les potentialités d'équipement en solaire de forages du département de Matam »
Les objectifs spécifiques de l'étude s'articulent autour des points ci-après :

- Identifier et analyser les facteurs de succès et d'échec du modèle de forage solaire (deux sites de Bokidiawé)
- Pré identifier une dizaine de systèmes d'AEP potentiellement porteurs de cette innovation de pompage d'eau solaire ;
- Proposer les conditions de mise à l'échelle de ces expériences de pompage solaire
- Proposer un montage technique et financier de mise à l'échelle de ces modèles au niveau des villages potentiellement porteurs ;

1.3. RESULTATS ATTENDUS

La finalité de cette mission est de produire, à travers un manuel technique, des connaissances et des leviers d'actions techniques modélisant l'intégration du solaire aux forages profonds multivillages du département de Matam. Les résultats attendus sont les suivants :

- La capitalisation de l'initiative des forages de Doumgua Rindiaw et Thiehel Sebé (Commune de Bokidiawé) en termes de succès et d'échec du modèle est effectuée ;
- l'identification d'une dizaine de villages potentiellement porteurs de cette innovation de pompage d'eau solaire dans le département et faite ;
- La proposition d'un montage technique et financier de mise à l'échelle de ces modèles au niveau des villages potentiellement porteurs est effective.

1.4. DEMARCHE METHODOLOGIQUE

La démarche adoptée est la suivante :

- Visite des sites pilotes ; collecte de données, inspection visuelle des installations ;
- Visite des 12 forages classiques ; collecte de données inspection visuelle des installations
- Traitement des données ;
- Evaluation du coût de l'eau et calcul de rentabilité.
- Caractérisation technique et évaluation des performances d'avant et d'après l'installation des systèmes solaires des sites pilotes
- Mesures à considérer et amélioration des AEP sites pilotes
- Identification des caractéristiques de base favorables à l'évolution d'un système de pompage (électrique ou diesel) vers un système de pompage solaire ;
- Identification des sites favorables vers l'évolution au solaire
- Recommandations de standardisation pour les nouveaux sites non encore pourvus de systèmes solaires complémentaires ;
- Propositions d'interventions et priorisation
- Budgétisation des interventions

II. EVALUATION DES AEP DES SITES PILOTES

2.1. PRESENTATION DES SITES PILOTES ET COMPOSITION DES AEP :

Les systèmes d'AEP des deux sites sont composés comme suit :

- Un forage d'eau douce ;
- Une pompe solaire immergée ;
- Un réservoir de stockage permettant la redistribution gravitaire vers le réseau ;
- Un réseau d'eau potable constitué de conduites en PVC, desservant les sites mais également d'autres localités polarisées ;
- Un champ photovoltaïque qui produit l'énergie utilisée par la pompe.

Les sites restent connectés au réseau électrique et sont dotés de groupes électrogènes

Par ailleurs, il est à noter que chacun de ces sites était initialement desservi en énergie par le réseau Senelec renforcé par un groupe électrogène de secours. Le Projet SEAUDEL a permis le passage au mixte solaire avec l'installation des champs photovoltaïques.

L'installation du système solaire photovoltaïque (SSP) a été démarrée en juin 2018 et est fonctionnelle en novembre 2018. La réception provisoire a été effectuée le 16 janvier 2019 et celle définitive le 28 février 2020.

Les 2 AEP de Doumga Rindiaw, Thiéhel Sebbe sont de type multi-villages et desservent chacune respectivement 5 et 4 localités au total.

2.2. CARACTERISTIQUES TECHNIQUES GENERALES DES AEP :

Les caractéristiques générales des AEP seront présentées de façon comme suit :

2.2.1. Caractérisation des équipements de pompage

Le tableau suivant présente les caractéristiques des équipements de pompages des deux sites pilotes.

Tableau 1: Caractérisation des équipements de pompage des sites pilotes

Site	Pompe	Groupe	Réseau Senelec	Panneau solaire	Variateur
Doumga Rindiaw	13kW, 380 V 50 m ³ /h	35 kVa	Présent mais pas utilisé (actuellement), tension très faible	126 modules de 165 Wc, Voc 45 V Vmp 36 V Isc 5.09 A Imp 4.9 A	15kW, 380 V
Thiéhel Sebbe	9.2 kW, 380 V 30 m ³ /h	30 kVa	Utilisé en mixte avec le solaire	90 modules de 165 Wc, Voc 45 V Vmp 36 V Isc 5.09 A Imp 4.9 A	13 kW 380 V

2.2.2. Caractérisation du stockage

Tableau 2: caractérisation des équipements de stockage pour les sites pilotes

Site	Réservoir 1	Réservoir 2
Doumga Rindiaw	Château d'eau en BA de volume 200 m ³ , et de hauteur sous radier 20 m Joue le rôle de stockage et de distribution vers le réseau	Béton armé élevé de 10 mètres et de volume 20 m ³ , assure la distribution vers le périmètre maraîcher
Thiéhel Sebbé	Château d'eau de volume 100 m ³ , et de hauteur sous radier 20 m Joue le rôle de stockage et de distribution vers le réseau	Béton armé élevé de 10 mètres et de volume 20 m ³ , assure la distribution vers le périmètre maraîcher

2.2.3. Caractérisation des réseaux

Les réseaux d'AEP sont constitués de conduites en PVC enterrées en diamètres 110, 90 et 63mm. Ils desservent à la fois les localités centres et les sites polarisés. Les villages desservis sont mentionnés dans le tableau suivant :

Tableau 3: Localités polarisés par les AEP pilotes

Site	Villages ou hameaux polarisés
Doumga Rindiaw	Doumga Rindiaw (1 et 2), Doumga Ouro Thierno, Darou Salam, Mboyil Damba Thila.
Thiéhel sebbe	Thiéhel Sebbe, Boyngal, Mody bleu, Katoté

2.3. PERFORMANCES DES AEP AVANT ET APRES LA MISE EN PLACE DU SYSTEME SOLAIRE

Les performances des AEP sont comparées avant et après la mise en place du mixte solaire.

2.3.1. Production et consommation

Le tableau suivant présente la comparaison entre les performances financières d'avant et d'après installation du système solaire complémentaire :

Tableau 4 : Performances d'avant et d'après l'intégration du système solaire

Site	Paramètres	Avant	Après
Doumga Rindiaw	Capacité de production moyenne (m3/j)	495	644
	Capacité de stockage (m3)	200	220
	Durée de fonctionnement (h)	11	15
	Satisfaction des besoins en eau	Couverture partielle	Couverture totale
	Possibilité d'extension (production)	Non (limite)	Oui
	Consommation spécifique moyenne en gasoil (Litre/m3)	0,11	0,09
	Consommation électrique (réseau) spécifique moyenne (Kwh/m3)	0	0
Thiéhel Sebbe	Capacité de production moyenne	210	470
	Capacité de stockage (m3)	100	120
	Durée de fonctionnement (h)	7	18
	Satisfaction des besoins en eau	Couverture partielle	Couverture totale
	Possibilité d'extensions (production)	Non	Oui
	Consommation spécifique moyenne en gasoil (Litre/m3)	0	0
	Consommation électrique (réseau) spécifique moyenne (Kwh/m3)	0,38	0,38

L'analyse des performances fait ressortir les aspects suivants :

- Temps de pompage : Il a très significativement augmenté pour les deux AEP. Pourtant, le temps d'utilisation globale dépasse largement la durée de fonctionnement du solaire dont la productivité significative ne dépasse pas 8 heures. Cette situation montre l'existence d'un déficit préalable de productivité qui est comblé par l'ajout du système solaire qui vient en appoint sans pour autant renchérir la facture électrique ou les charges, de façon plus générale (même si la durée de vie de la pompe sera plus faible du fait que le temps de fonctionnement de la pompe est plus important).

- Productivité : La conséquence de l'augmentation du temps de pompage est l'évolution de la productivité (maintien du débit de la pompe). Cette augmentation a donc permis de satisfaire à la consommation des différentes localités alors qu'elle était déficitaire. Elle donne également la possibilité d'extensions futures compte tenu des excédents engendrés. La productivité complémentaire permet également de disposer d'un volume d'eau supplémentaire pour le maraîchage. Par ailleurs, la durée de fonctionnement du système de pompage solaire montre que ce dernier ne peut en aucun cas satisfaire seul la demande ;
- Le stockage : Dans les deux sites, les capacités de stockage ont été augmentées pour la prise en charge spécifique des périmètres maraîchers. Toutefois, la capacité de stockage importe pour beaucoup sur le temps de fonctionnement et l'optimisation du système solaire. En effet, les heures de productivité maximale en eau du système de pompage solaire (heures plus chaudes) ne correspondent pas forcément avec la consommation maximale (heures moins chaudes). Lorsque la capacité de stockage n'est pas très importante, celle-ci peut rapidement être saturée au vu du profil production-consommation durant les heures chaudes. Dans ce contexte, de l'énergie produite est perdue. Elle se traduit par de l'eau pouvant être produite mais ne pouvant être stockée. Or, la situation de productivité optimale ne restera pas toujours favorable toute la journée, ce qui donne lieu à un manque à gagner. Les capacités de stockage différentes expliquent partiellement les écarts importants sur les temps de pompage complémentaires nécessaires.

2.3.2. Performances financières

L'évaluation des performances financières porte sur l'estimation des coûts de l'eau de chaque système existant. Par ailleurs, pour une meilleure comparaison, d'autres variantes sont intégrées. Les différentes options étudiées pour chaque système sont alors les suivantes :

- La part du groupe électrogène unique (Doumnga Rindiauw) avec le temps de pompage qui le concerne (complément par solaire non pris en compte) : système partiel ;
- La part du réseau Senelec unique (Thiehel Sebbe) avec le temps de pompage qui le concerne (complément par solaire non pris en compte) : système partiel ;
- La part du solaire unique (pour chaque sites) avec le temps de pompage qui le concerne (complément par groupe ou réseau Senelec non pris en compte) : système partiel ;
- Le fonctionnement avec le groupe électrogène à 100% (GE) sans complément ;
- Le fonctionnement avec le réseau Senelec à 100% (SENELEC) sans complément ;
- Le système total mixte solaire groupe électrogène (SOL-GE) sans complément ;
- Le système total mixte solaire réseau Senelec (SOL-SEN).

Les coût réel de l'eau diffère du prix de l'eau appliqué qui ne peut pas servir de base de comparaison. Pour des raisons de comparaisons, certaines données d'entrées sont estimées suivant les retours d'expériences d'autres AEP. Les hypothèses de base, les investissements majeurs, les frais de fonctionnement, les amortissements et les coûts estimés sont présentés ci-après :

2.3.2.1. Site de Doumnga Rindiauw

▪ Hypothèses générales

Les hypothèses sont présentées dans le tableau suivant :

Tableau 5 : Hypothèses générales d'estimation des coûts de l'eau pour le site pilote de Doumnga Rindiaw

N°	Rubrique	GE dans le mixte	Solaire unique dans le mixte	Variante1 GE	Variante 2 SEN	Variante 3 SOL-GE	Variante 4 SOL-SEN
1.1	Remplacement groupe (heures)	10 000		10 000		10 000	
1.2	Consommation diesel(L/h)	5		5		5	
1.3	Prix carburant (FCFA/L)	655		655		655	
1.4	Transport carburant (FCFA/mois)	6 000		12 000		6 000	
1.5	Durée de pompage (h)	7	8	13	13	15	15
1.6	Volume d'eau pompée (m3/j)	323	321	644	644	644	644
1.7	Entretien réseau hydraulique (FCFA/m3)	6	6	6	6	6	6
1.8	Entretien groupe	750 000		1 500 000		750 000	
1.9	Entretien périodique solaire (6mois)		75 000			75 000	75 000
1.10	Frais fonctionnement ASUFOR (mois)	40 000	40 000	40 000	40 000	40 000	40 000
1.11	Salaire releveur (FCFA/m3 consommé)	20	20	20	20	20	20
1.12	Salaire mensuel conducteur	90 000	90 000	90 000	90 000	130 000	130 000
3.2	Facture Senelec (mois)				760 500		380 250

▪ Investissements

Les Investissements principaux sont présentés dans le tableau suivant :

Tableau 6 : Investissements principaux pour le site pilote de Doumnga Rindiaw

N°	Rubrique	GE unique dans le mixte	Solaire unique dans le mixte	GE à 100%	SEN à 100%	SOL-GE à 100%	SOL-SEN à 100%
2.1	Forage	16 000 000	16 000 000	16 000 000	16 000 000	16 000 000	16 000 000
2.2	Château et réseau	78 000 000	78 000 000	78 000 000	78 000 000	78 000 000	78 000 000
2.3	Pompe	1 690 000	1 690 000	1 690 000	1 690 000	1 690 000	1 690 000
2.4	Groupe	3 500 000		3 500 000		3 500 000	
2.5	Variateur de vitesse		1 700 000			1 700 000	1 700 000
2.6	Système solaire		17 010 000			17 010 000	17 010 000
	Total investissements	99 190 000	114 400 000	99 190 000	95 690 000	117 900 000	114 400 000

▪ Frais de fonctionnement

Les frais de fonctionnement sont présentés dans le tableau suivant :

Tableau 7 : Frais de fonctionnement pour le site pilote de Doumnga Rindiaw

N°	Rubrique	GE unique dans le mixte	Solaire unique dans le mixte	GE à 100%	SEN à 100%	SOL-GE à 100%	SOL-SEN à 100%
4.1	Forage						
4.2	Château et réseau						
4.3	Pompe	338 000	338 000	338 000	338 000	338 000	338 000
4.4	Amortissement groupe (10 000 h)	894 250		1 645 420		894 250	
4.5	Panneaux (25 ans)		680 400			680 400	680 400
4.6	Variateur (5 ans)		340 000			340 000	340 000
	Total fonctionnement	1 232 250	1 358 400	1 983 420	338 000	2 252 650	1 358 400

- **Dotations aux amortissements**

Les dotations aux amortissements sont estimées dans le tableau suivant :

Tableau 8: Dotations aux amortissements pour le site pilote de Doumnga Rindiaw

N°	Rubrique	GE unique dans le mixte	Solaire unique dans le mixte	GE à 100%	SEN à 100%	SOL-GE à 100%	SOL-SEN à 100%
4.1	Forage						
4.2	Château et réseau						
4.3	Pompe	338 000	338 000	338 000	338 000	338 000	338 000
4.4	Amortissement groupe (10 000 h)	894 250		1 645 420		894 250	
4.5	Panneaux (25 ans)		680 400			680 400	680 400
4.6	Variateur (5 ans)		340 000			340 000	340 000
	Total fonctionnement	1 232 250	1 358 400	1 983 420	338 000	2 252 650	1 358 400

- **Coût de l'eau**

Les coûts de l'eau sont estimés dans le tableau suivant :

Tableau 9: coûts de l'eau pour le site pilote de Doumnga Rindiaw

N°	Rubrique	GE unique dans le mixte	Solaire unique dans le mixte	GE à 100%	SEN à 100%	SOL-GE à 100%	SOL-SEN à 100%
5.1	Coût d'exploitation total (an)	14 693 460	5 763 195	25 990 230	16 430 380	19 038 655	10 226 940
5.2	Volume d'eau annuel pompé	117 895	117 165	235 060	235 060	235 060	235 060
5.3	Volume d'eau annuel perdu (15%)	17 684	17 575	35 259	35 259	35 259	35 259
5.4	Volume d'eau annuel consommé	100 211	99 590	199 801	199 801	199 801	199 801
5.5	Coût par m3 d'eau produite	147	58	130	82	95	51
5.6	Prix m3 appliqué (FCFA)	250					

Le graphe suivant présente le coût de l'eau suivant les différentes options énergétiques :

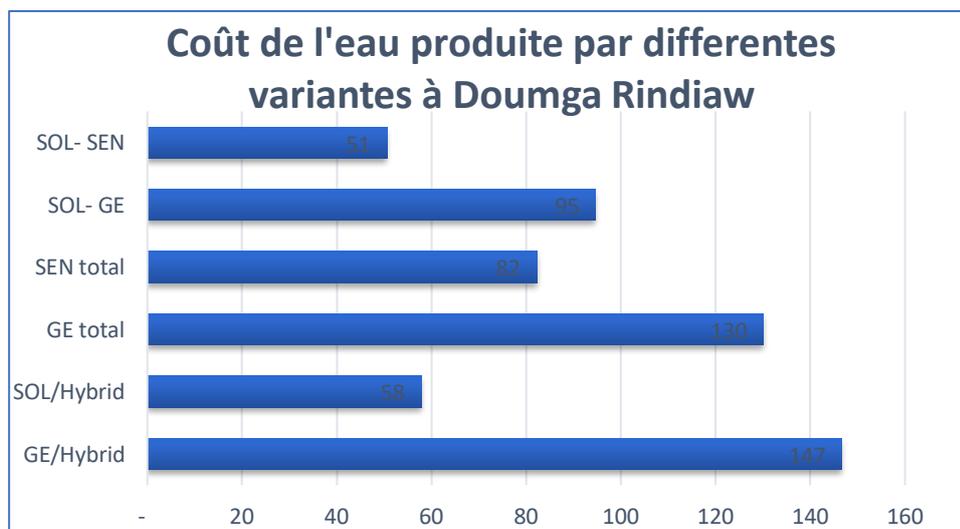


Figure 1: Coûts de l'eau pour les différentes variantes étudiées pour le site pilote de Doumnga Rindiaw

2.3.2.2. Site de Thiehel Sebbe

▪ Hypothèses générales

Les hypothèses sont présentées dans le tableau suivant :

Tableau 10: Hypothèses de structuration du coût de l'eau pour le site Thehel Sébbé

N°	Rubrique	Senelec unique dans le mixte	Solaire unique dans le mixte	GE à 100%	SEN à 100%	SOL-GE à 100%	SOL-SEN à 100%
1.1	Remplacement groupe (heures)			10 000		10 000	
1.2	Consommation diesel (L/h)			5		5	
1.3	Prix carburant (FCFA/L)			655		655	
1.4	Transport carburant (FCFA/mois)			12 000		6 000	
1.5	Durée de pompage (h)	10	8	16	16	18	18
1.6	Volume d'eau pompée (m3/j)	300	170	470	470	470	470
1.7	Entretien réseau hydraulique (FCFA/m3)	6	6	6	6	6	6
1.8	Entretien groupe (FCFA/mois)			1 500 000		750 000	
1.9	Entretien périodique solaire (6mois)		75 000			75 000	75 000
1.10	Frais fonctionnement ASUFOR(FCFA/mois)	40 000	40 000	40 000	40 000	40 000	40 000
1.11	Salaire releveur (FCFA/m3 consommé)	20	20	20	20	20	20
1.12	Salaire mensuel conducteur	90 000	90 000	90 000	90 000	120 000	120 000
3.2	Facture Senelec (mois)	483 000			756 700		483 000

▪ Investissements

Les Investissements principaux sont présentés dans le tableau suivant :

Tableau 11: Investissements pour le site de Thiehel Sebbe

N°	Rubrique	Senelec unique dans le mixte	Solaire unique dans le mixte	GE à 100%	SEN à 100%	SOL-GE à 100%	SOL-SEN à 100%
2.1	Forage	16 000 000	16 000 000	16 000 000	16 000 000	16 000 000	16 000 000
2.2	Château et réseau	78 000 000	78 000 000	78 000 000	78 000 000	78 000 000	78 000 000
2.3	Pompe	1 690 000	1 690 000	1 690 000	1 690 000	1 690 000	1 690 000
2.4	Groupe	3 500 000		3 500 000		3 500 000	
2.5	Variateur de vitesse		1 450 000			1 450 000	1 450 000
2.6	Système solaire		12 150 000			12 150 000	12 150 000
	Total investissements	99 190 000	109 290 000	99 190 000	95 690 000	112 790 000	109 290 000

▪ Frais de fonctionnement

Les frais de fonctionnement sont présentés dans le tableau suivant :

Tableau 12: Frais de fonctionnement pour le site de Thiehel Sebbé

N°		Senelec unique dans le mixte	Solaire unique dans le mixte	GE à 100%	SEN à 100%	SOL-GE à 100%	SOL-SEN à 100%
3.1	Carburant	-		18 871 542		12 025 750	
3.2	Facture Senelec	5 796 000			9 080 400		5 796 000
3.3	Entretien groupe	-		1 500 000		-	
3.4	Entretien solaire		150 000			150 000	150 000
3.5	Entretien réseau hydraulique	657 000	372 300	1 029 300	1 029 300	1 029 300	1 029 300
3.6	Salaire conducteur	1 080 000	1 080 000	1 080 000	1 080 000	1 440 000	1 440 000
3.7	Salaire releveur (FCFA/m3 consommé)	1 861 500	1 054 850	2 916 350	2 916 350	2 916 350	514 650
3.8	Frais fonctionnement ASUFOR	480 000	480 000	480 000	480 000	480 000	480 000
	Total fonctionnement	9 874 500	3 137 150	25 877 192	14 586 050	18 041 400	9 409 950

▪ Dotations aux amortissements

Les dotations aux amortissements sont estimées dans le tableau suivant :

Tableau 13: Dotations aux amortissements pour le site de Thiehel Sebbé

N°	Rubrique	Senelec unique dans le mixte	Solaire unique dans le mixte	GE à 100%	SEN à 100%	SOL-GE à 100%	SOL-SEN à 100%
4.1	Forage						
4.2	Château et réseau						
4.3	Pompe	338 000	338 000	338 000	338 000	338 000	338 000
4.4	Amortissement groupe (10 000 h)			2 001 417		2 299 500	
4.5	Panneaux (25 ans)		486 000			486 000	486 000
4.6	Variateur (5 ans)		290 000			290 000	290 000
	Total fonctionnement	338 000	1 114 000	2 339 417	338 000	3 413 500	1 114 000

▪ Coût de l'eau

Les coûts de l'eau sont estimés dans le tableau suivant :

Tableau 14: Coût de l'eau pour le site de Thiehel Sebbé

N°	Rubrique	Senelec unique dans le mixte	Solaire unique dans le mixte	GE à 100%	SEN à 100%	SOL-GE à 100%	SOL-SEN à 100%
5.1	Coût d'exploitation total (an)	10 212 500	4 251 150	28 216 608	14 924 050	21 454 900	10 523 950
5.2	Volume d'eau annuel pompé	109 500	62 050	171 550	171 550	171 550	171 550
5.3	Volume d'eau annuel perdu (15%)	16 425	9 308	25 733	25 733	25 733	25 733
5.4	Volume d'eau annuel consommé	93 075	52 743	145 818	145 818	145 818	145 818
5.5	Coût par m3 d'eau produite	110	81	194	102	147	72
5.6	Prix m3 appliqué (fcfa)	250					

Le graphe suivant présente le coût de l'eau suivant les différentes options énergétiques :

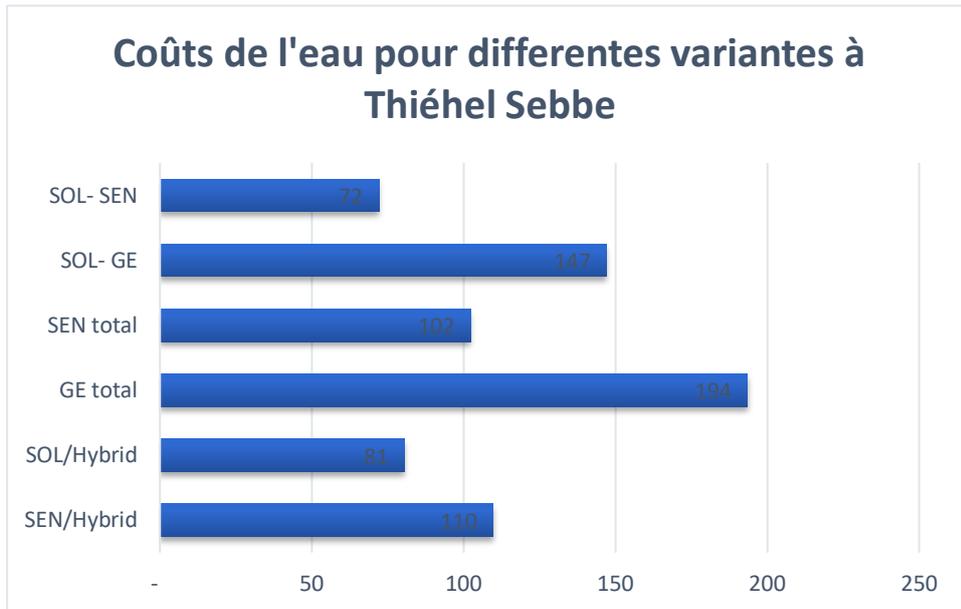


Figure 2: Comparaison de coûts de l'eau pour différentes variantes

2.3.2.3. Analyse des données sur le coût de l'eau

L'analyse de ces données montre les aspects suivants :

- Les systèmes plus performants financièrement :
 - Le solaire seul est très performant et donc très attractif financièrement. Les charges quasi nulles en termes facteurs de production permettent d'obtenir un coût de l'eau très faible. Toutefois, ce système ne peut assurer de longues durées de pompage qui dépassent 8 h par jour et n'est pas adapté aux deux sites ;
 - Dans les conditions d'exploitations, la meilleure variante est celle du mixte réseau Senelec - solaire. Cette variante a le meilleur rapport coût sur volume d'eau produit avec satisfaction des besoins ;
 - Le système solaire-groupe de secours ou de complément saisonnier ou journalier (avec de faibles temps de pompage) est moins intéressant mais reste acceptable, les coûts obtenus étant en deçà des moyennes pratiquées (entre 200 et 300 FCFA/m³). Lorsque le groupe est un élément très important du système avec des temps de pompage significatifs, les niveaux de performance n'est plus le même.

- Les systèmes moins performants financièrement : dans cette catégorie, on peut noter :
 - Le groupe électrogène : les charges de fonctionnement très importantes font que le coût de l'eau est très important et dépasse les standards souvent obtenus ;
 - Le mixte Solaire-diésel avec des temps de pompage du groupe importants ;
 - Le mixte Senelec-diésel : Ce mixte énergétique a des performances intermédiaires à celles des deux systèmes qui le composent ;
 - Le réseau Senelec. Il reste moins cher que le système diésel unique mais est encore en deçà des performances des systèmes solaires uniques ou mixte solaire-Senelec ;

En bref, les systèmes énergétiques les plus performants du point de vue financier restent ceux qui comportent le solaire unique ou en mixte avec le réseau Senelec ou le groupe électrogène si le temps de pompage de ce dernier est faible. Ces deux derniers sont moins performants en utilisation unique ou mixte.

Le choix de la mixte solaire – groupe sur Doumga Rindiaw n'est pas judicieux dès l'instant que le réseau Senelec est présent sur site même si y'a une baisse de tension significative. Ce problème de tension pourrait être résolu localement par l'utilisation d'un régulateur de tension ou globalement par l'utilisation d'un transformateur secteur mieux dimensionné.

2.3.3. Rentabilité à long terme

La rentabilité à long terme est étudiée pour chaque système existant :

⇒ Rentabilité à long terme de Doumga Rindiaw

Tableau 15: Données de rentabilité à long terme pour le site de Doumnga Rindiaw

Hypothèse pour la solution solaire-groupe	
Coût système de pompage hybride (millier FCFA)	22610
Augmentation annuelle du prix du carburant	15%
Frais de livraison de carburant par semaine (FCFA)	1,5
Prix carburant (millier de FCFA)	0,655
Quantité carburant consommée (an)	10 800
Coût de service annuel (millier FCFA)	1166,5
Pompe de remplacement coût (millier FCFA)	1690
Générateur de remplacement (millier de FCFA)	3500
Variateur de remplacement	2200
Durée de vie variateur	5
Durée de vie de la pompe (ans)	5
Durée de vie du groupe électrogène diesel (ans)	5
Hypothèse pour la solution groupe	
Coût d'un système de pompage GE (millier FCFA)	5190
Coût GE remplacement (millier FCFA)	3500
Coût pompe de remplacement (millier FCFA)	1690
Frais de livraison de carburant par semaine (FCFA)	3
Quantité carburant consommée (an)	21600
Durée de vie de la pompe solaire (ans)	5
Durée de vie groupe (ans)	5
Coût de service annuel (millier de FCFA)	2333
Hypothèse Générale	
Taux général d'inflation des prix	2%

Le tableau suivant présente l'évolution du coût de l'eau sur une durée de 20 ans

Tableau 16: Rentabilité à long terme pour le système de Doumnga Rindiaw

	Année1	Année2	Année3	Année4	Année5	Année 10	Année15	Année20	Total
Solution hybride (solaire - groupe électrogène)									
Coût initial (millier FCFA)	22 610	0	0	0	0	0	0	0	22 610
Coût du service (miller FCFA)	1166	1189	1213	1237	1262	1 394	1508	1633	10 606
Pièces de rechange (millier FCFA)	0	0	0	0	8159	9 008	9945	10 765	37 879,
Carburant (millier FCFA)	7 146	8217	9450	10868	12498	25138	50562	88434	212 317
Total cumulatif (millier FCFA)	30 922	40 330	50 994	63 100	85 020	120 561	182 579	283 414	283 414
Solution Groupe électrogène									
Coût initial	5 190	0	0	0	0	0	0	0	5 190
Coût du service (millier FCFA)	2333	2379	2427	2475	2525	2733	2958	3202	21036
Pièces de rechange (millier FCFA)		3500	0	3641	1829	14001	10935	16883	50791
Carburant (millier FCFA)	14292	16435	18901	21736	24996	50277	101125	111651	359416
Total cumulatif (miller FCFA)	21815	44130	65458	93312	122663	189676	304696	436433	436 433

La courbe suivante permet une meilleure illustration :

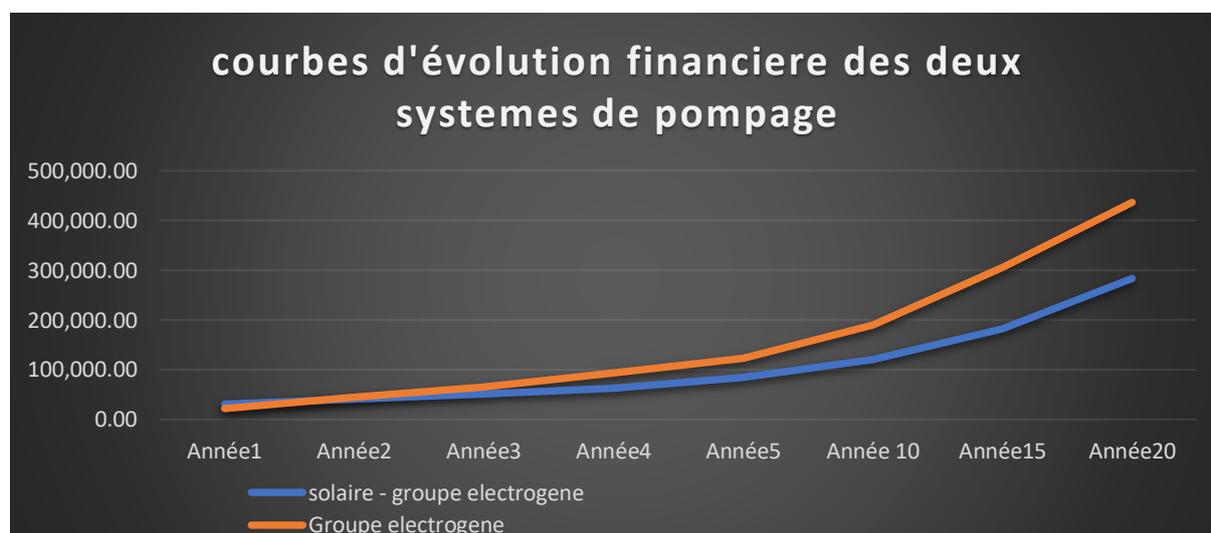


Figure 3 ; Evolution de la rentabilité du système de Doumna Rindiaw

L'évolution montre que même avec la prise en compte de l'investissement du solaire qui est très cher, la rentabilité du mixte solaire est très rapidement supérieure que celle du groupe électrogène (avant la deuxième année), avec le coût de l'eau devenu moins cher.

⇒ **Rentabilité à long terme pour le site de Thiéhel Sebbe**

Tableau 17: Données de rentabilité à long terme pour le site de Thiehel Sebbé

Hypothèse pour la solution solaire-réseau	
(Coût système de pompage hybride (millier FCFA)	14821
Augmentation annuelle du prix du carburant	0%
Frais de livraison de carburant par semaine (FCFA)	0
Facture d'électricité (an)	5 796
Quantité carburant consommée (an)	0
Coût de service annuel (millier FCFA)	150
Pompe de remplacement coût (millier FCFA)	1 196
Générateur de remplacement (millier de FCFA)	0
Variateur de remplacement	1475
Durée de vie variateur	5
Durée de vie de la pompe (ans)	5
Durée de vie du groupe électrogène diesel (ans)	0
Hypothèse pour la solution réseau	
Coût d'un système de pompage réseau (millier FCFA)	1321
Coût GE remplacement ((millier FCFA)	0
Coût pompe de remplacement (millier FCFA)	1 196
Frais de livraison de carburant par semaine (FCFA)	0
Facture d'électricité (an)	9 078
Durée de vie de la pompe (ans)	5
Durée de vie groupe (ans)	0
Coût de service annuel (millier de FCFA)	0
Hypothèse Générale	
Taux général d'inflation des prix	2%

Le tableau suivant présent l'évolution du coût de l'eau sur une durée de 20 ans

Tableau 18: Rentabilité à long terme pour le système de Doumnga Rindiaw

	Année1	Année2	Année3	Année4	Année5	Année 10	Année15	Année20	Total
Solution hybride (solaire - réseau Senelec)									
Coût initial (millier FCFA)	14 821	0	0	0	0	0	0	0	14 821
Coût du service (miler FCFA)	150	153	156	159	162	179	194	210,	1 363
Pièces de rechange (millier FCFA)	0	0	0	0	2949	3 255	3594	3 891	13 690
facture électricité (millier FCFA)	5 796	5911	6030	6150,	6273	6926	7647	8443	53 180
Total cumulatif (millier FCFA)	20 767	26 831	33 018	39 328	48 713	59 075	70 511	83 056	83 056
Solution réseau Senelec									
Coût initial	1 321	0	0	0	0	0	0	0	1 321
Coût du service (millier FCFA)	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Pièces de rechange (millier FCFA)		0	0	0	1294	1429	1578	1742	6044
facture d'électricité (millier FCFA)	9 078	9259	9444	9633	9826,	10849	11978	13224	83294
Total cumulatif (miler FCFA)	10399	19658	29103	38736	49857	62136	75692	90659	90659

La courbe suivante permet une meilleure illustration :

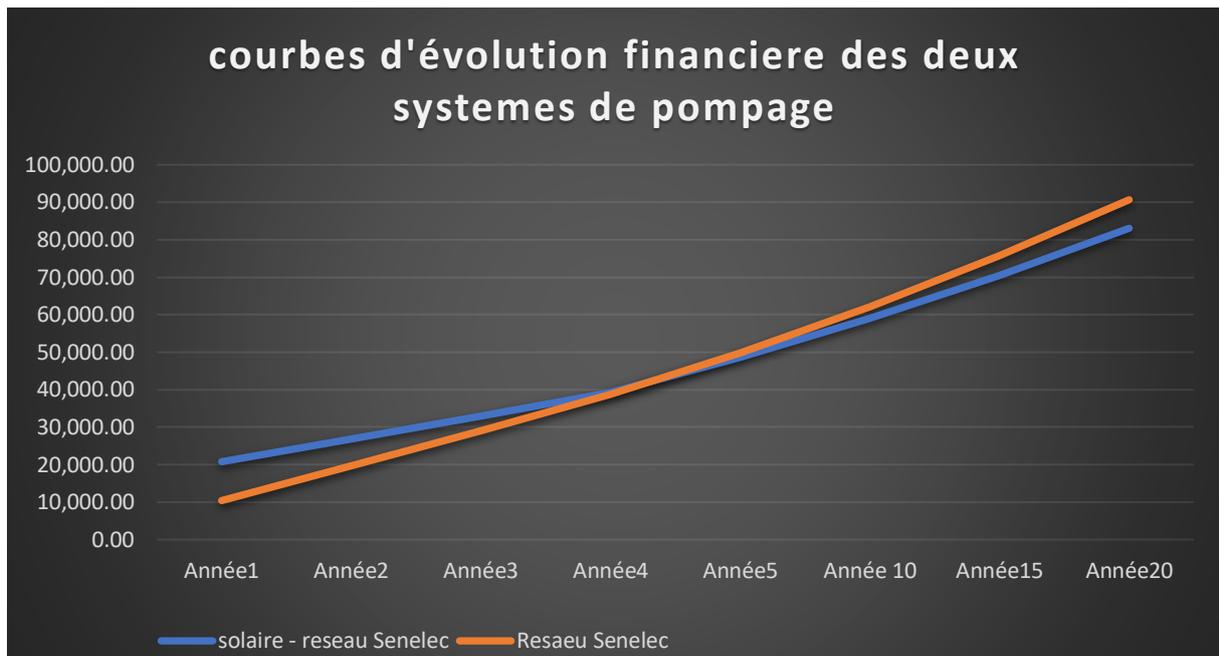


Figure 4: Evolution de la rentabilité du système de Thiehel Sebbé

L'évolution montre que même avec la prise en compte de l'investissement du solaire qui est très cher, la rentabilité du mixte solaire est très rapidement supérieure que celle de l'électricité (avant la cinquième année).

De façon générale, pour tous les deux systèmes, l'étude de la rentabilité financière à long terme montre que la mixte énergie est plus viable financièrement que le système alimenté par un groupe seul ou le réseau de la Senelec.

Le retour sur investissement est plus favorable sur le site de Doumga Rindiaw (1.5 ans) qui est une hybridation groupe – solaire comparée au site de Thiéhel sebbe (4.5 ans) qui est une hybridation réseau – solaire comparée au réseau Senelec. Toutefois l'hybridation solaire – réseau reste la meilleure variante avec un rapport coût sur volume d'eau produit plus attractif. De même, d'autres facteurs sur la structuration du prix des AEP peuvent expliquer cet écart.

2.3.4. Gestion

La gestion est rendue difficile par le coût élevé de la maintenance du groupe électrogène et du carburant et aussi par l'augmentation du nombre d'heures de pompage par ailleurs, la maintenance est plus difficile pour le système mixte du fait du nombre d'équipements à gérer devenu plus important et nécessitant de nouvelles connaissances.

2.4. COMPARAISON DES PERFORMANCES ET EVALUATION DU SYSTEME

2.4.1. Comparaison générale des différents systèmes de pompage étudiés

Tableau 19: Comparaison générale des différents systèmes de pompage étudiés

	Groupe	Réseau	Solaire	Hybride
Avantages	- Autonomie d'énergie	- Grande capacité - Raccordement pas cher à moins de 100 m	- Coût d'exploitation faible - fiable	- Autonomie de grande capacité de production - Coût d'exploitation abordable
Contraintes	- Coût maintenance élevé - Coût d'exploitation élevé	- Délestage - Sous tension - Raccordement couteux au-delà de 150 m	- Tributaire du soleil et des aléas climatiques	- Coût d'exploitation relativement élevé si le temps de fonctionnement du groupe est supérieur à 50 %

2.4.2. Comparaison globale des systèmes initiaux et du pompage solaire

La comparaison globale entre les deux systèmes se résume comme suit :

⇒ Du point de vue technique :

- Les volumes produits sont plus importants avec le mixte solaire (GE ou Senelec) du fait du temps de pompage plus important ;
- La satisfaction des besoins en eau est supérieure
- La gestion est plus complexe avec le système solaire du fait de la maîtrise nécessaire des temps de pompage, des mesures d'organisation de base pour assurer un stockage optimal en période d'ensoleillement favorable et de l'augmentation du parc d'équipements qui nécessite une maintenance et un renouvellement plus évolués ;
- Les durées de vie des pompes sont moins importantes avec le mixte solaire dans les conditions des deux sites. Toutefois, cette situation ne constitue pas un point faible du fait que le renouvellement se fait au fil des recettes qui en toute rigueur, sont proportionnelles aux consommations ;

⇒ Du point de vue financier

- La rentabilité à long terme est meilleure avec le mixte solaire même en intégrant l'investissement portant sur l'installation du système photovoltaïque dans la structuration du coût de l'eau ;
- Les consommations spécifiques en carburant (par unité d'eau produite) sont plus faibles ;
- Les coûts de l'eau sont plus faibles avec le mixte solaire et devraient être ressentis par les populations. Les capacités de renouvellement sont également plus significatives avec les recettes financières qui deviennent plus importantes du fait des volumes vendus qui ont largement augmentés.

⇒ Du point de vue socio-économique

- Les demandes en eau sont satisfaites à un niveau plus élevé avec la possibilité d'extensions dans certains cas ;
- Les possibilités de réaliser des activités génératrices, notamment le maraîchage deviennent plus marquées et permettent aux femmes en particulier, d'améliorer leurs revenus financiers ;
- La tension sociale auprès de la structure qui gère les AEP baisse significativement du fait de la satisfaction de la demande et des possibilités et conditions d'exploitation maraîchère améliorées.

2.4.3. Evaluation sommaire du système mixte mis en place

2.4.3.1. Pertinence

La pertinence globale du projet peut être justifiée aux niveaux international, national et local par l'accès universel à l'eau qui est une nécessité et qui reste une orientation des ODD, des politiques nationales sur l'eau et des documents de planification aux niveaux communautaires. En effet, l'insertion d'un système de pompage mixte solaire dans la filière énergétique d'une AEP fonctionnant avec le réseau Senelec ou le groupe électrogène facilite l'accès à l'eau avec l'augmentation des productivités et la baisse des coûts de l'eau.

Par ailleurs, la pertinence du projet est aussi justifiée par les politiques nationales de développement portées par l'Etat du Sénégal qui voudraient que le mixte énergétique soit une priorité afin de réduire la facture énergétique et encourager l'équipement solaire.

Toutefois, la pertinence du projet avec le contexte de la délégation de service public (DSP) des forages ruraux reste à justifier clairement avec le transfert de la gestion aux fermiers et l'uniformisation des prix de l'eau au niveau régional. Sous cet angle, malgré le transfert prochain des systèmes d'AEP aux délégataires, quelques points de satisfaction subsistent encore, il s'agit :

- de la productivité importante qui permet de satisfaire les besoins en eau des localités desservies, de favoriser la pratique d'activités génératrices de revenus qui devraient être maintenues même avec la DSP (avec les excédents de productions)
- la densification des réseaux à l'intérieur des localités desservies qui peut être la conséquence d'une production abondante et qui resterait un avantage quelque soit le mode de gestion futur en place ;
- les possibilités d'extensions vers les localités avoisinantes, ce qui pourrait améliorer l'accès à l'eau des populations du département de Matam ;

Pour ces différentes raisons, la pertinence globale du projet reste suffisamment justifiée.

2.4.3.2. Effets directs sur la population :

Les effets directs sur les populations peuvent être les suivants :

- Satisfaction totale des besoins en eau, particulièrement dans les zones mal desservies avant l'installation du système solaire ;
- Possibilité de réaliser des activités génératrices de revenus avec le surplus de production d'eau ;
- Possibilité d'extension des réseaux pour desservir les localités avoisinantes ;
- facilité de la corvée avec les branchements domiciliaires qui deviennent plus pertinents du fait qu'il n'existe plus de déficit de production ;
- Baisse du coût de l'eau et donc du prix de l'eau (par rapport à la situation d'avant) si l'ASUFOR en fait une politique prioritaire. Cette baisse est d'ailleurs notée à Thiéhel Sebbe sur le prix de l'eau pour la consommation humaine en passant de 350 FCFA à 250 FCFA/m³ et dans les deux sites, pour les périmètres maraîchers avec un prix de 150 FCFA/m³ pour 250 FCFA jadis appliqué.

2.4.3.3. Impacts à long terme

Les impacts suivants sont attendus :

- La réduction des coûts de production et des recettes permettent l'augmentation de la capacité de renouvellement des équipements ;
- L'évolution significative de la capacité de production des deux systèmes permet la réalisation d'extensions futures sur fonds propres pour d'éventuelles localités environnantes non desservies. Cette option peut être appuyée par l'augmentation des recettes qui pourraient faciliter la réalisation d'ouvrages et d'équipements de production et de distribution d'eau ;

- La réduction des durées de vie des ouvrages et équipements de production semble un inconvénient. Toutefois, le niveau d'usure étant proportionnel à la production et donc aux recettes, la situation ne semble pas inquiétante si la gestion des fonds est bien assurée. A long termes, une défaillance dans la gestion conduirait à des pannes répétitives et à des difficultés de renouvellement ;
- La pertinence du système mis en place pourrait avoir comme effet à long terme, une duplication du modèle par les usagers et les partenaires techniques et financiers dans la mise en place et l'amélioration de systèmes d'AEP. Même si cet impact n'est pas la conséquence spécifique du projet, la réussite du point de vue technique et économique aurait forcément une portée significative dans les environs immédiats et dans le département de Matam.

Par ailleurs, il importe aussi de prendre en compte la délégation de service Public en cours sur le territoire national et qui devrait démarrer dans la région de Matam.

2.4.3.4. Durabilité des installations et viabilité du système

Les installations sont à priori très durables. Leurs performances à long termes dépendent particulièrement de la qualité des ouvrages et équipements mis en place et de la maintenance (entretien et renouvellement).

Concernant la durabilité théorique générale des équipements solaires, les durées de vie des équipements solaires sont les suivantes :

- Panneaux solaires 25 ans
- Variateur de vitesse 5 ans
- Les pompes utilisées pour ce système avec variateur sont les pompes classiques AC qui ont une durée de vie estimée à 5 ans mais qui dépend aussi du temps de fonctionnement qui peut être estimé à 20 000 h de marche.

En considérant spécifiquement la qualité des équipements installés, il n'est identifié aucune anomalie particulière qui devrait remettre en cause les performances générales de base de ces types d'équipements.

Par ailleurs, avec les recettes bien significatives, l'ASUFOR aura le temps et la possibilité de procéder logiquement aux entretiens et aux renouvellements convenablement. Avec une bonne maintenance liée à la qualité de la gestion, la durabilité des équipements est jugée très bonne.

2.4.3.5. Points forts et points faibles

- Points forts du système mixte
 - Productivité plus importante
 - Pas de limite de temps de production (par rapport au solaire unique)
 - Prix de l'eau très attractif ;
 - Maintenance du solaire facile ;
 - Baisse des factures d'électricité et des coûts de carburant ;
 - Baisse de la pollution sonore et environnementale ;
 - Système moins sensible aux délestages de courant électrique
- Points faibles
 - Investissement cher ;

- Maintenance générale plus difficile (interventions sur les différents équipements, particulièrement le groupe et le solaire) ;
- Débit solaire variable lié aux conditions climatiques ;
- Baisse de la productivité solaire en période de faible ensoleillement ;
- Réservoirs de stockage très élevés (non nécessaire pour des jardins à proximité) et volumes faibles pour l'arrosage (20m³). Des volumes plus importants et des hauteurs plus faibles seraient meilleurs. Si le château d'eau de l'AEP est suffisamment important, il n'est pas nécessaire d'ajouter un réservoir supplémentaire, surtout au vu de l'investissement cher.

2.4.3.6. Conclusion et recommandations

La mise en place du système de pompage des sites pilotes de Doumga Rindiaw et Théhel Sebbé est une véritable réussite, aussi bien du point de vue technique que du point de financier, compte tenu (i) des effets immédiats dont l'augmentation de la couverture des besoins en eau, la pratique des activités génératrices de revenus, la baisse des coûts de l'eau et (ii) des impacts, notamment la bonne rentabilité financière à long terme. Cette situation rend très pertinent l'insertion des systèmes de pompage solaire dans les AEP fonctionnant avec le réseau Senelec et particulièrement avec le système diésel.

Pour la pérennité et l'optimisation des deux systèmes pilotes, les recommandations suivantes sont formulées :

- Régler la baisse de tension du réseau de Doumga et raccorder le système au réseau Senelec pour une meilleure rentabilité financière. Le mixte solaire-groupe devrait évoluer en mixte solaire-réseau Senelec ;
- Contrôler la productivité du forage surtout pour l'AEP de Doumga pour laquelle le débit de la pompe (50m³/h) est trop proche du débit d'exploitation (53m³/h) ;
- Changer les deux panneaux cassés à Doumga Rindiaw ;
- Augmenter la capacité des réservoirs des jardins en vue de pouvoir les remplir aux heures de faibles demandes et de disposer ainsi de volumes stockés plus importants aux périodes de fortes demandes ;
- Améliorer la gestion des réseaux d'AEP en vue de respecter les consignes de production, de distribution et de maintenance et de disposer de suffisamment de moyens financiers pour assurer convenablement les renouvellements.

2.4.3.7. Mesures de duplicabilité : Standardisation

Les mesures suivantes devront être prises pour toute duplication du projet sur un autre site :

- Dans le contexte de l'intervention du Projet Seaudel qui vise l'amélioration du système de pompage d'AEP fonctionnelles, trois cas de figures existent en général : pompage diésel, réseau Senelec, mixte Senelec-diésel. Par ailleurs, en plus de ces systèmes de pompage, l'importance de la satisfaction des besoins en eau, des possibilités d'extensions et la situation de la gestion financière impactent sur les performances et la rentabilité économique des AEP. Les orientations à faire dans ce document ne sont pas générales à tout système de pompage mais spécifiques à ce contexte d'amélioration de système en fonctionnement dont certains peuvent être dans une situation de performance plus faible ou dans une rentabilité économique peu satisfaisante.
- De façon générale,
 - Les AEP avec le réseau Senelec ne devraient pas être prioritaires pour le passage du mixte au diésel

- Les AEP avec le système diésel unique devraient passer prioritairement au mixte solaire;
 - Un réservoir de stockage suffisant est nécessaire pour optimiser la productivité solaire. Les faibles réservoirs de stockage ne permettent pas de profiter suffisamment des productions aux heures de pointe de l'ensoleillement qui correspondent malheureusement à des périodes de baisse de la corvée d'eau (chaleur maximale) ;
 - La demande en eau doit être significative avec en particulier une localité dont la population est importante ou un système d'AEP multivillage regroupant plusieurs localités. Les AEP à faible demande avec un système fonctionnant avec le réseau Senelec (ou même quelquefois) le système diésel ne devraient pas être prioritaires ;
 - Les AEP dont la gestion financière est très bonne voire excédentaire ne devraient pas être prioritaires
- Par ailleurs, en cas d'installation :
- Il est nécessaire de disposer d'une marge de productivité suffisante du forage en vue permettre l'amélioration des volumes journaliers du système de pompage. Cette condition devra toujours être vérifiée ;
 - L'intervention du système solaire devra permettre une optimisation des charges de fonctionnement ;
 - Il faudrait s'assurer que le débit des pompes ne dépasse pas le débit d'exploitation des forages au risque d'endommager l'ouvrage ;
 - Les équipements de pompage et le système photovoltaïque doivent être dimensionnés de façon optimale ;
 - Il faudrait choisir des variateurs de vitesse solaires avec la technologie MPPT (maximum power point tracking). Ils sont plus performant de 30% que les variateurs classiques.
- En bref,
- Les systèmes prioritaires pour passer au mixte solaire doivent avoir les caractéristiques suivantes :
 - Système énergétique de type diésel ;
 - Demande importante à améliorer ;
 - Réservoir de stockage suffisant ;
 - Possibilités d'augmentation de la productivité et éventuellement d'extension ;
 - Situation financière difficile (difficulté à recouvrir les frais de fonctionnement ou prix de l'eau expressément cher pour assurer la gestion) ;
 - Les systèmes moins prioritaires ont les caractéristiques suivantes :
 - Réseau Senelec avec ou sans GE de secours ;
 - Faible demande ;
 - Réservoir de stockage inexistant ou insuffisant (moins de 75m³ en général) ;
 - Pas de possibilité d'extensions vers les localités environnantes ou de satisfaction des besoins des zones desservies ;
 - Situation financière moins difficile voire satisfaisante.

- Entre ces deux situations, il existe plusieurs cas de figures plus ou moins pertinents qui doivent être analysés en considérant les différents paramètres en vue d'établir une priorisation dans le cas d'une intervention d'un projet mixte solaire dans le Département de Matam (même avec d'autres sites non étudiés). Avec les AEP non équipées et faisant partie des sites de la présente étude, cette priorisation sera effectuée et permettra au Projet et aux différents acteurs de reprendre l'exercice en cas de nouvelles interventions. Pour rappel, même si un échantillon de 10 sites a été considéré dans la présente étude, la cible reste les AEP du Département de Matam. Cette méthodologie devrait permettre de faciliter le choix des sites pour chaque intervention.

Pour ce faire, un outil de travail a été mis en place pour permettre à la fois d'identifier les sites pour lesquels l'évolution vers le mixte solaire est pertinente et d'établir une comparaison entre ces derniers.

2.4.4. Outils de standardisation et tests de validation sur sites pilotes :

2.4.4.1. Méthodologie

Le travail effectué sur les sites pilotes et les douze autres est un échantillonnage qui permettra d'intervenir et de choisir des sites cibles dans le département de Matam. A partir de ce moment, il est important pour le projet, de disposer d'un outil qui facilite les choix. Pour mettre en place un outil comparatif de choix de sites pertinents, eu égard aux observations sur les sites pilotes et les retours d'expériences générales sur le solaires, la méthodologie suivante est proposée :

- **Paramètres** : Les critères fondamentaux suivants sont utilisés :
 - La demande : plus elle est importante, mieux l'investissement du solaire est optimisé. Elle donne lieu aux sous-critères suivants :
 - L'importance de la demande liée à la population totale desservie ;
 - La satisfaction ou non de la demande actuelle ;
 - Les possibilités d'extensions du réseau vers d'autres localités ;
 - Les possibilités de faire des activités génératrices de revenus avec l'eau du forage, notamment le maraîchage) ;
 - La productivité du forage qui doit être suffisante ;
 - La capacité du réservoir de stockage : plus elle est importante, mieux la productivité du système solaire est optimisée ;

- Le système d'énergie : le système d'énergie existant est très important. Le système d'énergie diesel unique est le moins rentable des types pratiqués et pour cette raison, en considérant ce paramètre, reste prioritaire pour l'évolution vers le mixte-solaire par rapport au réseau Senelec. Par ailleurs, on sait qu'il est difficile de faire évoluer tous les systèmes d'énergie vers le mixte, ce qui fait que, considérant le facteur énergie, le diesel restera prioritaire dans le modèle. Le modèle de choix et de comparaison de sites vers le mixte solaire tel que construit, considère pertinent à priori, tous les sites dont le système énergétique est le diesel. Compte tenu du nombre de cas existants très important, cette hypothèse est bien discutable et pourrait évoluer en fonction des divers objectifs poursuivis par les différents acteurs et du nombre sites concernés. Le fait que « pertinent » ne signifie pas forcément « plus pertinent » par rapport à d'autres sites qui présentent d'autres types de difficultés (demande, production, stockage, difficultés financières) a encouragé cette proposition qui permet tout de même, de refléter d'emblée, la nécessité de remplacer les groupes électrogènes qui alimentent seuls, des AEP mais sans prétendre les prioriser de fait.
- **Notation** : un système de notation est utilisé pour chaque critère et sous critère ;
- **Pondération** : Pour une notation plus pertinente, un système de pondération est mis en place. La pondération vise à refléter au mieux possible, l'importance de chaque critère suivant les objectifs particuliers poursuivis. Elle est orientée dans cette étude, vers objectifs particuliers du projet SEAUEDEL qui constituent principalement la base de choix ;
Tests : Pour donner un degré de confiance d'acceptabilité minimal à l'outil de sélection, des tests doivent être effectués. Pour refléter le modèle SEAUEDEL, ces tests doivent valider forcément la pertinence des sites pilotes qui ont fait l'objet d'intervention du projet vers le mixte selon les critères qui ont été jugé compatibles avec les objectifs poursuivis. Pour cette raison, quelle que soit la pertinence de critères et des pondérations affectées dans un contexte global, le modèle ne peut être valable s'il rejette la pertinence des sites pilotes. Dans ce cas de rejet, il pourrait être adéquat de façon générale mais non pour les cas particuliers projet. De même, eu égard à ces mêmes objectifs poursuivis, les tests sont effectués sur les autres d'AEP qui ne sont pas encore passées au mixte solaire. Les résultats doivent être concordants avec la réalité observée sur le terrain et les conclusions qui auraient été données sur la base d'une simple analyse et sans l'appui d'un outil quelconque. A partir de ce moment (résultats corrects pour les sites pilotes et les douze autres sites), la robusté du modèle devient significative et son degré de confiance est considéré satisfaisant pire des cas. Toutefois, cela n'enlève en rien la nécessité d'améliorer davantage le modèle (suivant les critères et pondération) pour refléter au mieux la réalité et lui permettre de proposer de meilleurs choix pour le projet SEAUEDEL.
- **Simulations** : Des simulations sont effectuées pour tester le modèle sur chaque site pilote et sur chaque AEP de l'échantillon considéré dans la présente étude. Il est fait évoluer volontairement les paramètres et les pondérations pour chaque test jusqu'à trouver un équilibre qui donne une réponse adéquate aux résultats attendus pour chaque AEP connue (ou la mieux adéquate). Les critères qui se recoupent sont éliminés, les valeurs de pondérations non pertinentes sont modifiées et les contraintes imposées dans la conclusion sont adaptées.
- **Présentation du modèle et consignes** : Le modèle est présenté dans le tableau suivant avec les consignes de renseignement.

Tableau 20: Présentation du modèle de choix et de comparaison des sites d'intervention du pompage solaire

Paramètre général		Paramètres particuliers		Caractéristiques	Pondération	Note affecter (remplir une seule cellule)	Note obtenue
Paramètre	Note	Paramètre	Note à affecter				
Demande	30	Niveau de demande	15	Faible (< 250 hbts)	0	?	
				Moyen (250-500hbts)	5	?	
				Important (500-1000hbts)	10	?	
				Supérieur (>1000 hbts)	15	?	
		Satisfaction de la demande actuelle	10	Satisfaite	0	?	
				Non satisfaite	10	?	
		Possibilités d'extensions	2,5	Extension possible	2,5	?	
Extension impossible	0			?			
AGR	2,5	Favorable	2,5	?			
		Non	0	?			
Productivité	30	Capacité forage (débit d'exploitation et non la productivité actuelle)	30	> à la demande à satisfaire	30	?	
				très < à la demande à satisfaire	0	?	
				Légèrement < à la demande à satisfaire (amélioration)	15	?	
Stockage	20	Réservoir de stockage	20	< 50 m3	0	?	
				50-75	5	?	
				76-100	10	?	
				101-150	15	?	
				>150	20	?	
Energie actuelle	15	Réseau Senelec	15		5	?	
		Diésel		15	?		
		Mixte Senelec-diésel		5	?		
Situation financière	5	Situation financière (ou coût de l'eau) non liée à une mauvaise gestion (déterminer le coût de l'eau avec les données réelles)	5	Déficitaire	5	?	
				Equilibrée	0	?	
				Très excédentaire	-5	?	
	100		100				

Les consignes suivantes sont données :

- Seule la cellule « note à affecter est à remplir. Pour chaque sous-critère (ou critère en l'absence de sous-critère), une seule cellule doit être renseignée (parmi les différentes propositions) avec la valeur pondérée correspondante. La note obtenue sera directement calculée ;
- Les autres colonnes concernent uniquement les paramètres, leurs notes maximales de pondération (générales pour les critères et particuliers pour les sous-critères), les caractéristiques et les différents cas proposés...
- Pour la productivité, il est important de prendre en compte à la fois, le débit du forage qui est limité par le débit d'exploitation et la durée de pompage pour calculer la productivité maximale. Il faut toujours éviter d'utiliser un débit supérieur au débit recommandé en faisant évoluer la productivité. De même, il est impératif d'éviter un pompage presque continu qui dépasse 18h à 20h. Ces durées ne devraient pas être atteints en général. Le calcul de la productivité maximale (PM) devra se faire pour 6h avec un débit moyen de pompage solaire plus faible (par exemple 75% du débit d'exploitation) du fait que le débit solaire varie au fil de la journée et un complément avec le débit d'exploitation (DE) pour le reste du temps d'exploitation projeté. La formule suivante pourra être appliquée ou modifiée légèrement en fonction de la durée de pompage solaire finale retenue

$$\text{Débit maximal} = 0.75 \times 6 \times \text{DE} + t \times \text{DE} \text{ Avec, } t = \text{temps de pompage complémentaire nécessaire}$$

- Pour les AGR, il s'agit de la possibilité de faire du maraîchage actuellement ou après le mixte solaire avec l'AEP. Ce paramètre encourageant pour le projet SEAUDEL est intégré dans l'outil de choix et de comparaison de sites.

2.4.4.2. Résultats de tests pour les sites pilotes

Il est présenté dans cette partie, les résultats des tests des deux sites pilotes. Les résultats des autres sites pilotes seront résumés dans le chapitre suivant et présentés en détails dans les annexes.

- Tests sur Doumnga Rindiaw
 - Tableau de notation

Tableau 21 : Notation de tests de choix et de comparaison de sites pour le site pilote de Doumnga Rindiaw

Paramètre général		Paramètres particuliers		Caractéristiques	Pondération	Note affectée (remplir une seule cellule)	Note obtenue
Paramètre	Note	Paramètre	Note				
Demande	30	Niveau de demande	15	Faible (< 250 hbts)	0		15
				Moyen (250-500hbts)	5		
				Important (500-1000hbts)	10		
				Supérieur (>1000 hbts)	15	15	
		Satisfaction de la demande actuelle	10	Satisfaite	0	0	0
				Non satisfaite	10		
		Possibilités d'extensions	2,5	Extension possible		2,5	2,5
Extension impossible				0			
AGR	2,5	Favorable		2,5	2,5		

Paramètre général	Paramètres particuliers		Caractéristiques	Pondération	remplir une seule Note cellule)	Note obtenue	
			Non	0	0		
Productivité	30	Capacité forage (débit d'exploitation et non la productivité actuelle)	30	> à la demande à satisfaire	30	30	30
				très < à la demande à satisfaire	0		
				Légèrement < à la demande à satisfaire (amélioration)	15		
Stockage	20	Réservoir de stockage	20	< 50 m3	0	0	20
				50-75	5		
				76-100	10		
				101-150	15		
				>150	20	20	
Energie actuelle	15	Réseau Senelec	15		5	5	5
		Diésel			15		
		Mixte Senelec-diésel			5		
Situation financière	5	Situation financière (ou coût de l'eau) non liée à une mauvaise gestion (déterminer le coût de l'eau avec les données réelles)	5	Déficitaire	5		0
				Equilibrée	0	0	
				Très excédentaire	-5	-5	
	100		100			75	

○ Conclusion et recommandation

Tableau 22: Conclusion et recommandations pour le test de choix et de comparaison de sites sur le site pilote de Doumnga Rindaw

Paramètres	Note	Total	Valeur	Condition	Conclusion et recommandation
Demande	Niveau de demande	15	67%	Minimal à 60%	Favorable
	Satisfaction de la demande actuelle	0			
	Possibilités d'extensions	2,5			
	AGR	2,5			
Productivité	30	30	100%	Minimal à 50%	Favorable
Stockage	20	20	100%	Minimal 25%	Favorable
Energie	5	5	33%	Néant	Moyennement favorable
Situation financière	0	0	0%	Minimal à 0	Favorable
Note finale	75	75	75%		

▪ Test sur Thiehel Sebbé

○ Tableau de notation

Tableau 23: Notation de tests de choix et de comparaison de sites pour le site pilote de Thiéhe Seddé

Paramètre général		Paramètres particuliers		Caractéristiques		Pondération affectée (remplir une)	Note obtenue	
Paramètre	Note	Paramètre	Note					
Demande	30	Niveau de demande	15	Faible (< 250 hbts)		15	15	
				Moyen (250-500hbts)				
				Important (500-1000hbts)				
				Supérieur (>1000 hbts)	15	15		
		Satisfaction de la demande actuelle	10	Satisfaite		0	0	0
				Non satisfaite				
Possibilités d'extensions	2,5	Extension possible		2,5	2,5	2,5		
		Extension impossible						
AGR	2,5	Favorable		2,5	2,5	2,5		
		Non		0	0	0		
Productivité	30	Capacité forage (débit d'exploitation et non la productivité actuelle)	30	> à la demande à satisfaire		30	30	
				très < à la demande à satisfaire				
				Légèrement < à la demande à satisfaire (amélioration)				
Stockage	20	Réservoir de stockage	20	< 50 m3	0	10	0	
				50-75				
				76-100	10		10	
				101-150				
				>150		20		
Energie actuelle	15	Réseau Senelec	15		5	5	5	
		Diésel						
		Mixte Senelec-diésel						
Situation financière	5	Situation financière (ou coût de l'eau) non liée à une mauvaise gestion (déterminer le coût de l'eau avec les données réelles)	5	Déficitaire		0	0	
				Equilibrée	0	0	-5	
				Très excédentaire	-5	-5		
	100		100			65		

○ Conclusion et recommandation

Tableau 24: Conclusion et recommandations pour le test de choix et de comparaison de sites sur le site pilote de Thiehel Sedde

Paramètres	Note	Total	Valeur	Condition	Conclusion et recommandation		
Demande	Niveau de demande	15	20	67%	Minimal à 60%	Favorable	Intervention pertinente
	Satisfaction de la demande actuelle	0					
	Possibilités d'extensions	2,5					
	AGR	2,5					
Productivité	30	30	100%	Minimal à 50%	Favorable		
Stockage	10	10	50%	Minimal 25%	Favorable		
Energie	5	5	33%	Néant	Moyennement favorable		
Situation financière	0	0	0%	Minimal à 0	Favorable		
Note finale	65	65	65%				

III. AEP SANS EQUIPEMENTS SOLAIRE

Les AEP sont composées de forages, d'équipements de pompage diésel ou Sénélec, de réservoirs de stockage et de réseaux de distribution.

3.1. AEP ET LOCALITES POLARISEES

Les localités qui composent les AEP sont les suivantes :

Tableau 25: Localités composantes des AEP sans système solaire étudiées

N °	Sites visités	Villages Ou hameaux polarisés	Population (hbts)
1	Lambago	Lambago, Madina Sandé,Ouro Samba Daouda, Ouro Demba Ndoni, Ouro Amadou bodédio, Ouro Amadou Lélo, Ouro Samba Bonga, Ouro Ibrahima Diop, Ouro Alassane Harouna, Ouro Demba Ngamba, Ouro Aliou Djibi.	1198
2	Loumboul Baladji	Loumboul baladji, Bongo, Thiaguél.	3 855
3	Orofondé	Orofondé, Dialagniol,Dabiya,Hodé	9 387
4	Goudidé Ndouyobé	Goudidé Ndouyobé	2 953
5	Goudidé Diobé	Goudidé Diobé,Kirir.	2 990
6	Bagondé	Bagondé,Ngouloum,Badiya, Idite, Kangal Karadji.	841
7	Mberla Bélé	Mberla bélé, Ouro Nioubel,ouro Thiouthia, Baila, Mbéda,Ndoussoudji,Ouro Mbargou.	1232
8	Pethiel	Pethiel, Ouro Abou toukal, Amadou Samba, Samba Thioukeyel, Abdoulaye Mamadou, Mamad Diaye, Thierno Samba, Baydi, Samba Sotta, Doulo, Amadou Seydou, Ibrahima Mamadou, Maboubé, Douré, Hadji.	1037
9	Doumga Ouro Alpha	Doumga Ouro Alpha, Sama Touna	5027
10	Kawal Kangal	Kawal Kangal	674
11	Bokissaboudou	Bokissaboudou	2 290
12	Nabadji Civol	Nabadji Civol, Siri Woro, Sinthiou Mball.	9 947

On peut noter :

- Huit systèmes d'eau potable sont des AEMV qui polarisent entre deux et douze localités avec des populations desservies variant entre des populations de 841 et 9947 habitants.
- Quatre AEP ne desservent qu'une seule localité avec toutefois des populations très importantes comprises entre 674 et 2990 et pouvant dépasser celles de certaines AEMV.

3.1.1. Composition et caractéristiques techniques générales des aep :

La composition et les caractéristiques des AEP sont les suivantes :

Tableau 26: Caractéristiques des AEP sans système solaire

N°	Sites	Débit forage (m³/h)	Volume réservoir (m³)	Pompe	Colonne D'exhaure	Système énergétique	Nombre branchements privés	Jardin
1	Lambago	33	150	13 kW 380 V	14x6m	Senelec GE hors service	96	
2	Loumboul Baladji	33	100	9.2 kW 380 V	10x6m	Senelec GE	320	5x 1 ha, 2x1 ha
3	Orofondé	76	200	18.5kW 380V	(4x6+1x3) m	Senelec GE de 60 KVA	965	
4	Goudidé Ndouyobé	54	100	13 kW 380 V	9x6m	Senelec GE de 40 KVA	290	3ha +4x0,5 ha
5	Goudidé Diobé	40	100	13 kW, 380 V	13x6m	Senelec GE DE 40 kVA		2x2ha, 2ha exploités
6	Bagondé	52	150	13 kW 380 V	9x6m	GE de 30 KVA	128	3 jardins (5 ha)
7	Mberla Bélé	30	200	11 kW 380 V		GE de 30 KVA	136	1x1 ha +1x2ha +1x1ha
8	Pethiel	43,5	150	9.2 kW 380 V		GE de 25 KVA	54	
9	Dounga Ouro Alpha	45	150+70	11 kW 380 V	Flexible, 42 m	Senelec GE de 30 KVA	584	4 ha non exploités
10	Kawalkangal	15	39	7.5 kW 380 V		Senelec GE hors service	100	Jardin autonome en eau
11	Bokissaboudou	54	100	11 kW 380 V	7x6m	Senelec GE de 40 KVA	86	1ha, hors service
12	Nabadji Civol	45		13 kW 380 V	12x3m	Senelec GE de 30 KVA	470	Jardin autonome avec un système solaire

On peut noter :

- Les débits des forages étudiés sont souvent très importants avec un minimum de 30m³/h en dehors de Kawal kangal qui enregistre 15m³/h ;
- Les réservoirs de stockage sont supérieurs à 100m³ à l'exception de Kawal Kangal dont le volume est de seulement 39m³.
- Les puissances des pompes varient entre 7.5Kw à 18,5Kw ;
- Le système énergétique est soit le réseau Senelec, soit le GE ou les deux à la fois, même si dans cette dernière situation (mixte), beaucoup de GE ne sont pas fonctionnels. La présence du réseau Senelec fait que l'entretien et le renouvellement nécessaires ne sont pas suffisamment assurés ;
- En dehors de deux sites, tous les autres disposent de périmètres maraîchers dont la plupart sont en exploitation.

3.2. PERFORMANCES DES AEP

3.2.1. Données d'exploitation

Les données d'exploitation disponibles sont les suivantes :

Tableau 27: Données d'exploitation des AEP

Sites	Système énergétique	Durée de pompage (heures)	Production (m3/j)	Qté carburant (L/mois)	Consommation spécifique Eau par hbt (Litre/hbt/j)
Lambago	Senelec GE hors service	5	165		138
Loumboul Bbaladji	Senelec	12	396		103
Orofondé	Senelec GE de 60 KVA	13	988	400	105
Goudidé Ndouyobé	Senelec GE de 40 KVA	6	324		110
Goudidé Diobé	Senelec 40 kVA	5	200		67
Bagondé	Senelec GE de 30 KVA	8	416	900	495
Mberla Bélé	GE de 30 KVA	13	390	1160	317
Pethiel	GE de 25 KVA	4	174	900	168
Dounga ouro alpha	Senelec GE de 30 KVA	8,5	382,5		76
Kawal kangal	Senelec GE hors service	5	75		111
Bokissaboudou	Senelec GE de 40 KVA	2	108		47
Nabadji Civol	Senelec GE de 40 KVA	13,5	607,5		61
	Maximum	13,5	988	1160	495
	Moyenne	7,9	352	840	150
	Minimum	2,0	75	400	47

Le graphique suivant illustre les différences entre sites

L'analyse des données permet de noter :

- La durée de pompage est très faible à Bokissaboudou avec seulement 2 heures pour 100 000 francs FCFA de consommation électrique moyenne. Pour le reste, elle varie entre 5 et 13 heures.
- La consommation spécifique d'eau brute rapportée à la population donne un ratio moyen de 150 litres/habitant/jour avec un minimum de 47 à Bokissaboudou et un maximum de 495 à Bagondé. A première vue, ces valeurs semblent très importantes mais il est à considérer toutefois que ces consommations prennent en compte l'abreuvement du cheptel d'autant que beaucoup d'AEP de la zone à forte vocation pastorale.

3.2.2. Gestion

La gestion est rendue difficile dans la plupart des sites à cause du cout élevé de l'énergie, des coupures et ou instabilité du réseau électrique et des pannes fréquentes des groupes électrogènes.

Les opérations de maintenance, notamment les changements périodiques de cartouches d'huile, de renouvellement de carburant sont très fastidieux pour les équipes de gestion. Les longues distances et le coût du transport dû à l'éloignement des stations de service par rapport à certains sites estimé à des dizaines de km posent un réel problème. Les sites du Diéry et du Dandémayo souffrent encore particulièrement de cette absence de service à proximité du fait de leur enclavement.

3.2.3. Analyse financière des

Tableau 28: Evaluation financière des AEP sans solaire

N °	Sites visités	Consommation énergétique (mois)	Dépenses spécifique	Energie (FCFA/m3)	Prix m3 appliqué	Prix m3 calculé actuel	Mixte prévu
		(FCFA/mois)	Eau par hbt (Litre/hbt/j)				
1	Lambago	520 000	434	105	250	177	91
2	Loumboul Baladji	550 000	143	46	200	95	63
3	Orofondé	1 212 000	101	41	200	71	52
4	Goudidé Ndouyobé	450 000	152	46	250	100	54
5	Goudidé Diobé	450 000	151	75	250	151	78
6	Bagondé	589 500	535	47	350	130	93
7	Mberla Bélé	759 800	316	65	250	191	149
8	Pethiel	393 000	168	75	250	174	98
9	Doumga Orou Alpha	900 000	179	78	200	133	81
10	Kawal Kangal	120 000	178	53	200	165	98
11	Bokissaboudou	100 000	44	31	200	118	46
12	Nabadji Civol	800 000	80	44	200	88	58
	Maximum	1 212 000	535	105	350	191	149
	Moyenne	570 358	207	59	233	133	80
	Minimum	100 000	44	31	200	71	46

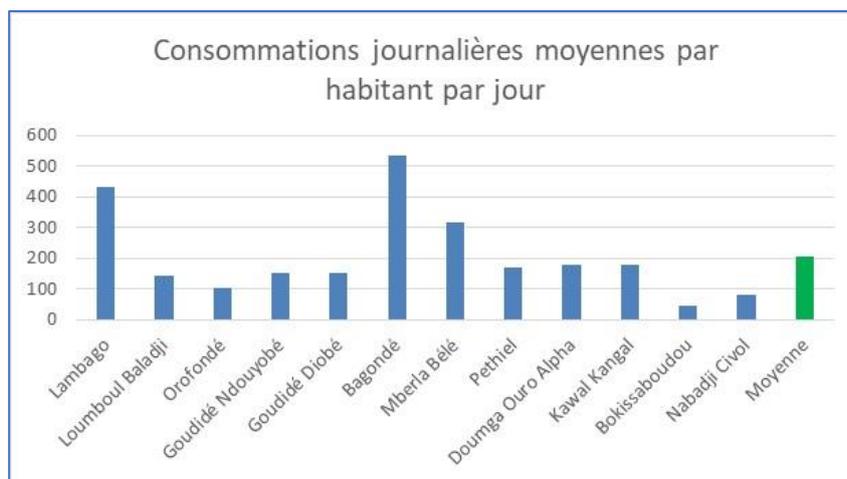


Figure 5: Consommations par habitants (m3/jou/habitant)

L'analyse des données donnent les aspects suivants :

- La consommation énergétique corrélée en frais financiers donne une valeur moyenne de 207 FCFA par habitant et par mois avec un maximum de 535 et un minimum de 44 FCFA. Eu égard à une taille moyenne de ménage de 10 personnes, globalement raisonnable en milieu rural, la dépense moyenne

mensuelle pour l'eau potable par ménage peut donner à première approximation un montant compris entre 500 FCFA et 5000 FCFA avec une moyenne de 2070 FCFA. Ces valeurs doivent être prises avec beaucoup de précaution car sont la résultante de plusieurs facteurs non maîtrisés :

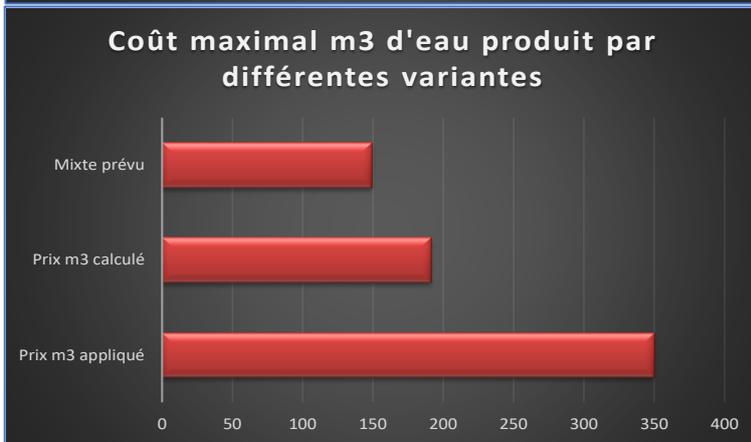
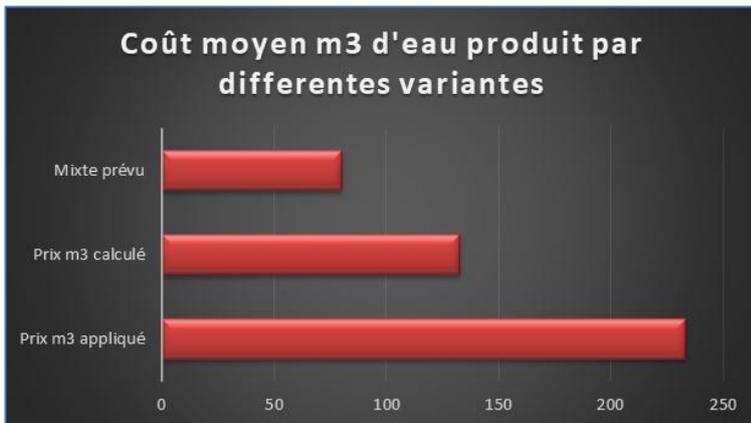
- Les consommations complémentaires en carburant pour faire fonctionner le groupe électrogène dans les cas où il existe ;
- Le type d'énergie utilisé différent (Senelec ou mixte) en plus de l'effectivité d'utilisation et la fréquence du groupe électrogène ;
- L'efficacité du système de production (taux de pertes différents) ;
- La présence ou non de cheptel et leur importance ;

- La consommation électrique par unité d'eau produite est moyenne à 59FCFA/m³ avec un maximum et un minimum respectifs de 109 et de 31 FCFA. Ces valeurs restent des orientations générales dans la mesure où les données disponibles n'ont pas permis de différencier les productions spécifiques au diesel et celles liées à l'électricité Senelec pour les systèmes mixtes.

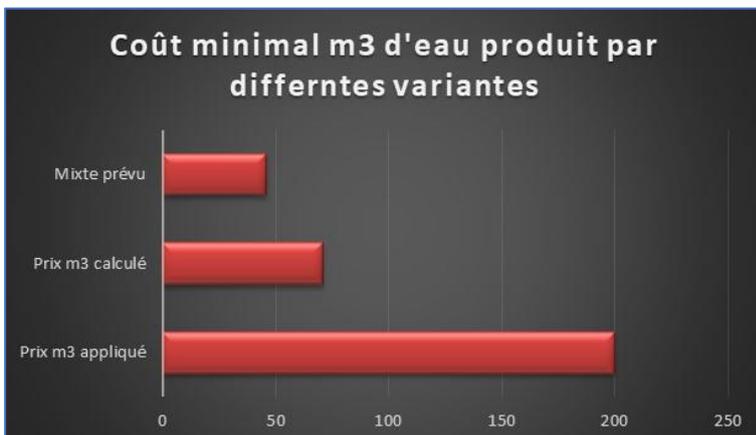
Par ailleurs, pour chaque système d'AEP, les coûts de l'eau actuels et après mise en place d'un système solaire complémentaire ont été estimés et comparés aux prix de vente actuel.

Les graphiques suivants illustrent les valeurs moyennes, minimales et maximales obtenues :

On peut noter :



même localité avec 19 FCFA/ m³ (Oréfondé) et surtout les maxima avec 159 FCFA (Bagondé).



- Prix appliqué : les prix appliqués actuellement semblent assez acceptables eu égard aux prix moyens constatés au niveau national et variant en général entre 200 et 250 FCFA/m³. Les prix minimal, maximal et moyen sont respectivement à 200 FCFA, 350 FCFA et 233 FCFA/m³. Cette dernière valeur est toutefois très chère compte tenu des moyennes constatées. A noter que les sites les plus chers sont en général avec énergie diesel ;

- Les prix évalués suivant les données de production sont moins chers avec une évolution de la moyenne de 233 à 133 FCFA /m³ par rapport aux prix appliqués, soit un écart moyen significatif de 100 FCFA/m³. Cet écart est beaucoup plus significatif entre les minima (appliqué et calculé) pour une

Enfin, en cas d'installation de systèmes de pompages solaire mixte avec l'existant, les prix évolueront très significativement vers l'accessibilité avec un passage du prix moyen calculé de 133 FCFA/m³ à 80 FCFA/m³, soit un écart positif très important de 53 FCFA.

3.3. CONTRAINTES PARTICULIERES ET AMELIORATIONS SOUHAITEES

Les contraintes particulières notées et améliorations nécessaires sont mentionnées ci-après :

Tableau 29: 3.3. Contraintes particulières et améliorations souhaitées pour les AEP sans solaire

N °	Sites visités	Contraintes	Améliorations souhaitées
1	Lambago	<ul style="list-style-type: none"> - Forte teneur en fer occasionnant une corrosion jusqu'au niveau du filetage des colonnes d'exhaure. - Changement fréquente de colonnes et tuyaux - Difficulté régler la facture d'électricité entraînant des arriérés de paiement. - Niveau kéraunique élevé : la foudre a déjà fait 2 victimes 	<ul style="list-style-type: none"> - Réduction taux de fer dans la mesure du possible - Colonne d'exhaure plus adaptées - Réhabilitation du paratonnerre - Installation de parafoudre dans l'armoire électrique avec un système de mise à la terre qui répond à la norme - Réduction de la facture par le mixte solaire éventuellement - Mise en place de jardins pour maraichage
2	Loumboul Baladji	<ul style="list-style-type: none"> - Coût énergie élevé - 3 jardins sur 5 ne fonctionnent pas 	<ul style="list-style-type: none"> - Réduction cout énergie par le mixte solaire éventuellement - Réhabilitation des 3 jardins
3	Orofondé	<ul style="list-style-type: none"> - Coût énergie élevé - Coupure fréquente et instabilité réseau électrique - Panne groupe fréquente - Coût maintenance groupe élevé 	<ul style="list-style-type: none"> - Réduction coût énergie par le mixte solaire éventuellement - Révision complète du groupe ou acquisition d'un nouveau stabilisateur et limitation des coupures réseau électrique
4	Goudidé Ndouyobé	<ul style="list-style-type: none"> - Coût énergie élevé - Pression faible dans certaine zone 	<ul style="list-style-type: none"> - Réduction coût énergie par le mixte solaire éventuellement - Corriger le problème de pression
5	Goudidé Diobé	<ul style="list-style-type: none"> - Coût énergie élevé 	<ul style="list-style-type: none"> - Réduction coût énergie par le mixte solaire éventuellement
6	Bagondé	<ul style="list-style-type: none"> - Coût énergie élevé - Pression faible à Badia, pas d'eau pendant la journée 	<ul style="list-style-type: none"> - Réduction coût énergie - Correction du problème de pression
7	Mberla Bélé	<ul style="list-style-type: none"> - Coût énergie élevé - Pannes groupe fréquentes - Cout maintenance groupe élevé - Pression faible à Ndoudioussi 	<ul style="list-style-type: none"> - Réduction coût énergie par le mixte solaire éventuellement - Révision complète du groupe ou acquisition d'un nouveau - Correction problème pression
8	Pethiel	<ul style="list-style-type: none"> - Coût énergie élevé - Groupe vétuste - Cout maintenance élevé - Pas de jardin pour maraichage 	<ul style="list-style-type: none"> - Reduction coût maintenance et énergie par le mixte solaire éventuellement - Mise en place système d'irrigation pour maraichage
9	Doumga Ouro Alpha	<ul style="list-style-type: none"> - Coût énergie élevé - Pompe occasion pas performante 	<ul style="list-style-type: none"> - Reduction coût énergie par le mixte solaire éventuellement
10	Kawal Kangal	<ul style="list-style-type: none"> - Coffret pompe vétuste - Chateau d'eau au sol - Pression faible dans certaine localité 	<ul style="list-style-type: none"> - Acquisition nouvelle pompe avec coffret - Construction nouveau chateau : projet en cours - Correction pression
11	Bokissaboudou	<ul style="list-style-type: none"> - Coût énergie élevé - Tuyau principal alimentant le jardin des femmes hors service : le jardin n'est plus alimenté par le forage 	<ul style="list-style-type: none"> - Réduction coût énergie par le mixte solaire éventuellement - Réhabilitation du tuyau et raccordement au réseau de distribution
12	Nabadji Civol	<ul style="list-style-type: none"> - Coût énergie élevé - Certaines localités ne sont pas desservies 	<ul style="list-style-type: none"> - Réduction coût énergie - Extension réseau

3.4. PERTINENCE DU MIXTE SOLAIRE

Les améliorations attendues de l'intégration du système solaire portent particulièrement sur l'évolution de la productivité et la réduction du coût d'énergie. Eu égard à ces améliorations possibles, l'intégration du système solaire est pertinente pour tout système fonctionnant avec le diesel ou le réseau Senelec. De façon générale, l'intégration d'un pompage solaire aux niveaux des sites cibles peut être justifiée par les aspects mentionnés dans le tableau suivant :

Tableau 30: Cibles éventuelles générales à améliorer pour l'intégration du mixte solaire dans les sites étudiés

N °	Sites	Eléments de justification générale
1	Lambago	La durée de pompage est de 5h, ce forage pourrait fonctionner avec 100% solaire si on maintient le volume d'eau produit actuel. Dans le cas contraire il faut faire une hybridation solaire - Senelec
2	Loumboul Baladji	Le système solaire peut couvrir le besoin des 3 jardins de plus (3x1ha).
3	Orofondé	Cibler ici, avec la mixte énergie solaire-Senelec, la réduction de la facture d'électricité ; la productivité étant déjà suffisante pour les besoins en eau
4	Goudidé Ndouyobé	Faire l'hybridation solaire- Senelec et raccorder le deuxième jardin abandonné au réseau de distribution
5	Goudidé Diobé	Cibler la réduction de la facture d'électricité, le jardin de 2 ha est déjà alimenté par le réseau. Ce site peut fonctionner 100% solaire en présence du réseau électrique comme secours pour les périodes de fortes chaleurs.
6	Bagondé	Cibler la réduction du coût et la gestion du système diesel. Les jardins sont déjà alimentés par l'AEP.
7	Mberla Bélé	Un jardin communautaire pourrait être intégré ici avec l'apport du solaire
8	Pethiel	Cibler la réduction du coût et de la gestion du système diesel. Le carburant est acheté à Ranérou situé à 35 km
9	Doumga Ouro Alpha	Réhabiliter le jardin des femmes (4 ha) et faire la mixte énergie solaire – Senelec
10	Kawal Kangal	Cibler la réduction de la facture d'électricité. Le système peut fonctionner à 100% solaire
11	Bokissa boudou	Faire de la mixte énergie Solaire- Senelec pour desservir les jardins à réhabiliter
12	Nabadji Civol	Mixte solaire-Senelec pour l'extension du réseau permettant de desservir les nouvelles localités et réduire la facture d'électricité. Les jardins qui existent ici sont autonomes avec leur propre système solaire.

Concernant la faisabilité, les sites visités ne présentent pas de contraintes majeures pour évoluer vers le mixte énergétique :

- Espace disponible pour abriter le champ solaire ;
- Durées de pompage acceptables ;
- Possibilité d'adapter les pompes AC triphasées déjà existantes avec un variateur de vitesse solaire

Toutefois, en termes de pertinence particulière, en s'appuyant sur les orientations de base proposées dans la première partie de la présente étude (sites pilotes), une évaluation de chaque système est effectuée suivie d'une comparaison. Les résultats sont les suivants :

Tableau 31: Résultats des simulations pour les sites sans solaire

Paramètres	Demande				Productivité	Stockage	Energie	Situation financière	Conclusion et recommandations
	Niveau de demande	Satisfaction de la demande actuelle	Possibilités d'extensions	AGR					
Lambago	Favorable				Favorable	Favorable	Moyennement favorable	Favorable	Intervention pertinente
Loumboul Baladji	Favorable				Favorable	Favorable	Moyennement favorable	Favorable	Intervention pertinente

Paramètres	Demande				Productivité	Stockage	Energie	Situation financière	Conclusion et recommandations
	Niveau de demande	Satisfaction de la demande actuelle	Possibilités d'extensions	AGR					
Orofondé	Demande non favorable				Favorable	Favorable	Moyennement favorable	Favorable	Intervention peu pertinente
Goudidé Ndouyobé	Favorable				Favorable	Favorable	Moyennement favorable	Favorable	Intervention pertinente
Goudidé Diobé	Demande non favorable				Favorable	Favorable	Moyennement favorable	Favorable	Intervention peu pertinente
Bagondé	Demande non favorable				Favorable	Favorable	Très favorable	Favorable	Intervention pertinente
Mberla Bélé	Favorable				Favorable	Favorable	Moyennement favorable	Favorable	Intervention pertinente
Pethiel	Favorable				Favorable	Favorable	Très favorable	Favorable	Intervention pertinente
Doumga Ouro Alpha	Favorable				Favorable	Favorable	Moyennement favorable	Favorable	Intervention pertinente
Kawal Kangal	Demande non favorable				Favorable	Stockage minimal non favorable	Moyennement favorable	Favorable	Intervention peu pertinente
Bokissaboudou	Favorable				Favorable	Favorable	Moyennement favorable	Favorable	Intervention pertinente
Nabadj Civioli	Favorable				Favorable	Favorable	Moyennement favorable	Favorable	Intervention pertinente

Les résultats montrent les aspects particuliers suivants :

- Oréfondé : de réelles contraintes liées à la production ou à la gestion ne sont pas identifiées. Les problèmes de coupure de courant sont palliés par l'existence de groupe électrogène. L'intervention ne permettrait que de réduire davantage les factures d'électricité. La demande est aussi bien satisfaite avec une bonne marge (seulement 5h de fonctionnement) ;
- Goudidé Diobé : Pas de problèmes particuliers, la demande est satisfaite ;
- Kawal Kangal : la faible demande est satisfaite mais également, le stockage est très faible, ce qui rend peu pertinent de mettre du mixte solaire sans investissement complémentaire (château d'eau de grande capacité) ;
- La pertinence de l'évolution vers le mixte solaire est mieux justifiée pour tous les autres sites.

3.5. PRIORISATION

Le tableau suivant fait le point sur la priorisation effectuée sur les 9 sites jugés plus pertinents :

Tableau 32: Priorisation des sites pour l'intégration du pompage solaire

N°	Site	Note validée	Recommandation	Rang
1	Mberla Bélé	80	Intervention pertinente	1
2	Pethiel	77,5	Intervention pertinente	2
3	Nabadji Civol	77,5	Intervention pertinente	2
4	Doumga Ouro Alpha	75	Intervention pertinente	4
5	Lambago	72,5	Intervention pertinente	5
6	Bagondé	70	Intervention pertinente	6
7	Bokissaboudou	65	Intervention pertinente	7
8	Loumboul Baladji	62,5	Intervention pertinente	8
9	Goudidé Ndouyobé	62.5	Intervention pertinente	8

Les sites de Mberlabélé, Pethiel, Nabadji Civil et Doumnga Ouro Alpha arrivent en premier niveau de priorité. On retrouve des sites avec groupe électrogène unique ou réseau Senelec.

Les sites de Lambago et Bagondé suivent le premier lot prioritaire alors que Bokissaboudou, Loumbol Baladji et Goudidé Ndouyobé occupent le dernier niveau de priorité parmi les sites les plus pertinents.

3.6. SYSTEMES SOLAIRE A METTRE EN PLACE POUR LES NOUVELLES AEP

⇒ **Les équipements complets :**

Les équipements complets nécessaires sont les suivants :

- Pompes solaires de puissance compatibles avec les besoins réels. Si une pompe existante est en bon état, il n'est pas nécessaire de la changer. Un système de variateur de vitesse MPPT est nécessaire et devra permettre de faire fonctionner la pompe pour chaque système énergétique.
- Panneaux solaires de puissances variables, au moins de 250 Wc pour optimiser l'investissement et les espaces d'installation qui ne sont pas souvent très grands ;
- Variateur de vitesse MPPT
- Supports de panneaux
- Appareils de protection et de connexion
- Parafoudre

⇒ **Les spécifications techniques nécessaires**

Les systèmes solaires à mettre en place devront répondre techniquement aux standards en termes de qualité des équipements et de technologie adéquate pour une optimisation des investissements et du fonctionnement. A cet effet, pour un système de pompage solaire avec variateur de vitesse les équipements devront répondre aux conditions suivantes :

- Pompe : Pour un système avec variateur, la pompe sera de type AC, 380 V pilotée par un variateur qui convertit le courant continu des panneaux en courant alternatif. Elle devra se doter d'un corps en acier inoxydable surtout à Matam où l'oxydation du fer dans l'eau peut entraîner la corrosion des équipements. La tolérance en sable doit être supérieure à 50g/m³ d'eau pompée et la température admissible de l'eau doit être comprise entre 35 et 50° C. Le moteur électrique de la pompe sera de type asynchrone et devrait être résistant en plus d'avoir une bonne perméabilité, une bonne rigidité diélectrique et une bonne sécurité de marche.
- Variateur : Il devra intégrer la technologie MPPT (Maximum Power Point Tracking) qui permettra au variateur d'utiliser la puissance maximale des panneaux augmentant ainsi la performance du système à plus de 30% par rapport aux variateurs classiques qui ne présentent pas de input DC. Le variateur devra aussi être dédié au pompage solaire présentant ainsi des ports pour sondes ou électrodes pour la protection de manque d'eau et ou l'asservissement du château (démarrage automatique niveau bas, arrêt automatique niveau haut). Il devra supporter des températures variant de -10 à 50°C et intégrer les protections contre les défauts suivants : surintensités surtension, blocage du moteur, inversion de polarité, isolement, court circuit...
- Panneaux solaires : De technologie poly ou monocristallin, les panneaux doivent répondre aux normes suivantes
 - température de fonctionnement - 40°C à 85°C ;

- Efficacité de rendement : Supérieure à 17.5% ;
- Résistance au feu : 1 UNI9177 ;
- Classe de protection contre les décharges électriques : Classe II ;
- Cadre du panneau : alliage d'aluminium anodisé à double épaisseur ;
- Certification boîte de jonction : IP67 ;
- Certification CE ;
- Garantie 20 ans du panneau solaire ;
- Garantie 30 ans de puissance linéaire ;
- Ils doivent être orientés en plein sud à 15°.

⇒ **Autres aspects importants**

Le système de stockage de batterie ne doit aucunement être inclus au risque de renchérir l'investissement et surtout le fonctionnement du fait des renouvellements rapprochés. Le système hybride permettra de d'utiliser un autre type d'énergie aux heures de faible ensoleillement ;

Le stockage de l'eau devra être de grande capacité. Cette condition est très importante pour optimiser la production solaire.

Par ailleurs, l'insertion d'un nouveau système de pompage dans la filière énergétique d'une AEP en fonctionnement nécessite l'intervention d'un spécialiste et d'une étude de base préalable. En effet, une intervention non maîtrisée pourrait avoir pour effet, la non optimisation du système général et des productions énergétique et hydraulique en particulier. On peut aussi noter entre autres, l'endommagement à long termes d'ouvrages existants tel que le forage exploité à un débit excessif.

De façon générale, l'intervention devra se faire suivant la méthodologie résumée ci-après :

- Collecter toutes les données techniques et d'exploitation nécessaires ;
- Connaître l'état actuel de chaque ouvrage et équipement en fonctionnement ;
- Les besoins en eau doivent être évalués suivant les données d'exploitation sur plusieurs périodes voire années et faire l'objet de projections fiables ;
- Se renseigner suffisamment sur les contraintes des systèmes d'AEP et cibler des solutions faisables. L'intervention du solaire n'apporte pas forcément aux problèmes de débits et de pressions dans le réseau car ces derniers peuvent être liés à d'autres facteurs tels que les diamètres de conduites inadaptés, une mauvaise gestion financière...
- Cibler le(s) problème(s) à solutionner avec le mixte solaire et s'assurer des améliorations possibles avec l'installation des équipements de pompage ;
- Connaître la situation de desserte des localités connectées au réseau et l'accessibilités à l'eau des localités avoisinantes qui ne font pas partie de l'AEP ;
- Proposer des solutions d'exploitation des excédents d'eau produites, notamment pour les extensions qui peuvent être pris en compte dans l'investissement dans la mesure du possible. Pour ce faire, il est important de pré-identifier les localités les plus proches.
- Provoquer au mieux possible dans la phase d'études et de préparation, la mise en place d'activités maraichères pouvant appuyer les usagers, particulièrement les femmes à créer de nouvelles sources de revenus.
- Réaliser un pré-dimensionnement correct et choisir les options compatibles avec le système d'AEP et les équipements en place ;
- Définir les spécifications techniques des équipements à installer en conformité avec les résultats des études ;

- S'assurer d'une bonne compréhension des usagers et d'une bonne collaboration dans le cadre de l'installation du système de pompage solaire ;
- Faire une bonne comparaison entre AEP en cas de choix sur plusieurs sites ;

3.7. BUDGET DE REALISATION DU MIXTE SOLAIRE POUR CHAQUE SYSTEME

Le budget d'évolution vers le mixte solaire incluant les équipements solaires décrits précédemment pour chaque site est donné dans le tableau suivant :

Tableau 33: Budget d'investissement de l'intégration du système solaire pour chaque site

Sites	Débit (m ³ /h)	Variateur	Pompe	Panneaux	String	Coût investissement (FCFA)
Lambago	33	15 KW , input DC 612 V/40A Output 380-400 V AC	13 KW, 380 V	250 Wc, Voc 36 V Vmp 29.9 V Isc 8.81 A Imp 8.83 A	4x18	18 154 300
Loumboul Baladji	33	11 KW , input DC 612 V/30A Output 380-400 V AC	9.2 kW, 380 V		3x18	13 801 280
Orofondé	76	22 KW , input DC 612 V/60A Output 380-400 V AC	18.5kW, 380V		6x18	26 603 100
Goudidé Ndouyobé	54	15 KW , input DC 612 V/40A Output 380-400 V AC	13 kW, 380 V		4x18	18 154 300
Goudidé Diobé	40	15 KW , input DC 612 V/40A Output 380-400 V AC	13 KW, 380 V		4x18	18 154 300
Bagondé	52	15 KW , input DC 612 V/40A Output 380-400 V AC	13 KW, 380 V		4x18	18 154 300
Mberla Bélé	30	15 KW , input DC 612 V/40A Output 380-400 V AC	11 kW, 380 V		4x18	17 599 700
Pethiel	43,5	11 KW , input DC 612 V/30A Output 380-400 V AC	9.2 kW, 380 V		3x18	14 077 400
Dounga ouro alpha	45	13 KW , input DC 612 V/40A Output 380-400 V AC	11 kW, 380 V		4x18	17 599 700
Kawal kangal	15	11 KW , input DC 612 V/30A Output 380-400 V AC	7.5 kW		3x18	13 688 000
Bokissaboudou	54	13 KW , input DC 612 V/40A Output 380-400 V AC	11 kW, 380 V		4x18	17 599 700
Nabadji Civol	45	15 KW , input DC 612 V/40A Output 380-400 V AC	13 kW, 380 V		4x18	18 154 300
						211 740 380

Le budget détaillé est mentionné en annexes.

ANNEXES

ANNEXES I

- Simulations sur Lambago
 - Tableau de notation

Paramètre général		Paramètres particuliers		Caractéristiques	Pondération affectée (remplir une)	Note obtenue		
Paramètre	Note	Paramètre	Note					
Demande	30	Niveau de demande	15	Faible (< 250 hbts)		15		
				Moyen (250-500hbts)				
				Important (500-1000hbts)				
				Supérieur (>1000 hbts)	15		15	
		Satisfaction de la demande actuelle	10	Satisfaite		0	0	0
				Non satisfaite				
		Possibilités d'extensions	2,5	Extension possible		2,5		0
				Extension impossible			0	
AGR	2,5	Favorable		2,5	2,5	2,5		
		Non		0				
Productivité	30	Capacité forage (débit d'exploitation et non la productivité actuelle)	30	> à la demande à satisfaire	30	30	30	
				très < à la demande à satisfaire				
				Légèrement < à la demande à satisfaire (amélioration)				
Stockage	20	Réservoir de stockage	20	< 50 m3	0		15	
				50-75				
				76-100	10			
				101-150		15		
				>150				
Energie actuelle	15	Réseau Senelec	15		5	5	5	
		Diésel						
		Mixte Senelec-diésel						
Situation financière	5	Situation financière (ou coût de l'eau) non liée à une mauvaise gestion (déterminer le coût de l'eau avec les données réelles)	5	Déficitaire		5	5	
				Equilibrée	0	0		
				Très excédentaire	-5	-5		
	100		100				72,5	

- Conclusion et recommandation

Paramètres	Note	Total	Valeur	Condition	Conclusion et recommandation	
Demande	Niveau de demande	15	58%	Minimal à 55%	Favorable	Intervention pertinente
	Satisfaction de la demande actuelle	0				
	Possibilités d'extensions	0				
	AGR	2,5				
Productivité	30	30	100%	Minimal à 50%	Favorable	Intervention pertinente
Stockage	15	15	75%	Minimal 25%	Favorable	
Energie	5	5	33%	Néant	Moyennement favorable	
Situation financière	5	5	100%	Minimal à 0	Favorable	
Note finale	72,5	72,5	73%			

- Simulations sur Loumboul Baladji

- Tableau de notation

Paramètre général		Paramètres particuliers		Caractéristiques	Pondération affectée (remplir une)	Note obtenue		
Paramètre	Note	Paramètre	Note					
Demande	30	Niveau de demande	15	Faible (< 250 hbts)		15		
				Moyen (250-500hbts)				
				Important (500-1000hbts)				
				Supérieur (>1000 hbts)	15		15	
		Satisfaction de la demande actuelle	10	Satisfaite		0	0	0
				Non satisfaite				
Possibilités d'extensions	2,5	AGR	2,5	Extension possible	2,5	0		
				Extension impossible			0	
Productivité	30	Capacité forage (débit d'exploitation et non la productivité actuelle)	30	> à la demande à satisfaire	30	30		
				très < à la demande à satisfaire				
				Légèrement < à la demande à satisfaire (amélioration)				
Stockage	20	Réservoir de stockage	20	< 50 m3	0	10		
				50-75				
				76-100	10		10	
				101-150				
				>150				
Energie actuelle	15	Réseau Senelec	15		5	5		
		Diésel						
		Mixte Senelec-diésel						
Situation financière	5	Situation financière (ou coût de l'eau) non liée à une mauvaise gestion (déterminer le coût de l'eau avec les données réelles)	5	Déficitaire		0		
				Equilibrée	0		0	
				Très excédentaire	-5		-5	
100		100				62,5		

- Conclusion et recommandation

Paramètres	Note	Total	Valeur	Condition	Conclusion et recommandation	
Demande	Niveau de demande	15	58%	Minimal à 55%	Favorable	Intervention pertinente
	Satisfaction de la demande actuelle	0				
	Possibilités d'extensions	0				
	AGR	2,5				
Productivité	30	30	100%	Minimal à 50%	Favorable	
Stockage	10	10	50%	Minimal 25%	Favorable	
Energie	5	5	33%	Néant	Moyennement favorable	
Situation financière	0	0	0%	Minimal à 0	Favorable	
Note finale	62,5	62,5	63%			

- Simulations sur Oronde
 - Tableau de notation

Paramètre général		Paramètres particuliers		Caractéristiques	Pondération affectée (remplir une)	Note obtenue	
Paramètre	Note	Paramètre	Note				
Demande	30	Niveau de demande	15	Faible (< 250 hbts)		15	
				Moyen (250-500hbts)			
				Important (500-1000hbts)			
				Supérieur (>1000 hbts)	15		15
		Satisfaction de la demande actuelle	10	Satisfaite		0	0
				Non satisfaite			
Possibilités d'extensions	2,5	Extension possible		2,5			
		Extension impossible			0		
AGR	2,5	Favorable		2,5			
		Non		0	0		
Productivité	30	Capacité forage (débit d'exploitation et non la productivité actuelle)	30	> à la demande à satisfaire	30	30	
Stockage	20	Réservoir de stockage	20	< 50 m3	0	20	
				50-75			
				76-100	10		
				101-150			
				>150			20
Energie actuelle	15	Réseau Senelec	15		5	5	
		Diésel					
		Mixte Senelec-diésel					
Situation financière	5	Situation financière (ou coût de l'eau) non liée à une mauvaise gestion (déterminer le coût de l'eau avec les données réelles)	5	Déficitaire			
				Equilibrée	0	0	
				Très excédentaire	-5	-5	
	100		100			70	

○ Conclusion et recommandation

Paramètres	Note	Total	Valeur	Condition	Conclusion et recommandation		
Demande	Niveau de demande	15	15	50%	Minimal à 55%	Demande non favorable	Intervention pertinente
	Satisfaction de la demande actuelle	0					
	Possibilités d'extensions	0					
	AGR	0					
Productivité	30	30	100%	Minimal à 50%	Favorable		
Stockage	20	20	100%	Minimal 25%	Favorable		
Energie	5	5	33%	Néant	Moyennement favorable		
Situation financière	0	0	0%	Minimal à 0	Favorable		
Note finale	70	70	70%				

- Simulations sur Goudidé Ndouyobé

- Tableau de notation

Paramètre général		Paramètres particuliers		Caractéristiques	Pondération affectée (remplir une)	Note obtenue		
Paramètre	Note	Paramètre	Note					
Demande	30	Niveau de demande	15	Faible (< 250 hbts)		15		
				Moyen (250-500hbts)				
				Important (500-1000hbts)				
				Supérieur (>1000 hbts)	15		15	
		Satisfaction de la demande actuelle	10	Satisfaite		0	0	0
				Non satisfaite				
		Possibilités d'extensions	2,5	Extension possible		2,5		0
				Extension impossible			0	
AGR	2,5	Favorable		2,5	2,5	2,5		
		Non		0	0			
Productivité	30	Capacité forage (débit d'exploitation et non la productivité actuelle)	30	> à la demande à satisfaire	30	30		
Stockage	20	Réservoir de stockage	20	< 50 m3	0	10		
				50-75				
				76-100	10		10	
				101-150				
				>150				
Energie actuelle	15	Réseau Senelec	15		5	5		
		Diésel						
		Mixte Senelec-diésel						
Situation financière	5	Situation financière (ou coût de l'eau) non liée à une mauvaise gestion (déterminer le coût de l'eau avec les données réelles)	5	Déficitaire		0		
				Equilibrée	0		0	
				Très excédentaire	-5		-5	
100		100				62,5		

- Conclusion et recommandation

Paramètres	Note	Total	Valeur	Condition	Conclusion et recommandation	
Demande	Niveau de demande	15	58%	Minimal à 55%	Favorable	Intervention pertinente
	Satisfaction de la demande actuelle	0				
	Possibilités d'extensions	0				
	AGR	2,5				
Productivité	30	30	100%	Minimal à 50%	Favorable	
Stockage	10	10	50%	Minimal 25%	Favorable	
Energie	5	5	33%	Néant	Moyennement favorable	
Situation financière	0	0	0%	Minimal à 0	Favorable	
Note finale	62,5	62,5	63%			

- Simulations sur Goudidé Diobé

- Tableau de notation

Paramètre général		Paramètres particuliers		Caractéristiques	Pondération affectée (remplir une)	Note obtenue		
Paramètre	Note	Paramètre	Note					
Demande	30	Niveau de demande	15	Faible (< 250 hbts)		15		
				Moyen (250-500hbts)				
				Important (500-1000hbts)				
				Supérieur (>1000 hbts)	15		15	
		Satisfaction de la demande actuelle	10	Satisfaite		0	0	0
				Non satisfaite				
Possibilités d'extensions	2,5	AGR	2,5	Extension possible	2,5	0		
				Extension impossible			0	
Productivité	30	Capacité forage (débit d'exploitation et non la productivité actuelle)	30	> à la demande à satisfaire	30	30	30	
				très < à la demande à satisfaire				
				Légèrement < à la demande à satisfaire (amélioration)				
Stockage	20	Réservoir de stockage	20	< 50 m3	0	10		
				50-75				
				76-100	10		10	
				101-150				
				>150				
Energie actuelle	15	Réseau Senelec	15		5	5	5	
		Diésel						
		Mixte Senelec-diésel						
Situation financière	5	Situation financière (ou coût de l'eau) non liée à une mauvaise gestion (déterminer le coût de l'eau avec les données réelles)	5	Déficitaire			0	
				Equilibrée	0	0		
				Très excédentaire	-5	-5		
100		100				60		

- Conclusion et recommandation

Paramètres	Note	Total	Valeur	Condition	Conclusion et recommandation	
Demande	Niveau de demande	15	50%	Minimal à 55%	Demande non favorable	Intervention peu pertinente
	Satisfaction de la demande actuelle	0				
	Possibilités d'extensions	0				
	AGR	0				
Productivité	30	30	100%	Minimal à 50%	Favorable	
Stockage	10	10	50%	Minimal 25%	Favorable	
Energie	5	5	33%	Néant	Moyennement favorable	
Situation financière	0	0	0%	Minimal à 0	Favorable	
Note finale	60	60	60%			

- Simulations sur Bagondé
 - Tableau de notation

Paramètre général		Paramètres particuliers		Caractéristiques	Pondération affectée (remplir une)	Note obtenue	
Paramètre	Note	Paramètre	Note				
Demande	30	Niveau de demande	15	Faible (< 250 hbts)		10	
				Moyen (250-500hbts)			
				Important (500-1000hbts)	10		
				Supérieur (>1000 hbts)	15		
		Satisfaction de la demande actuelle	10	Satisfaite	0	0	0
				Non satisfaite			
Possibilités d'extensions	2,5	AGR	2,5	Extension possible	2,5	0	
				Extension impossible			0
Productivité	30	Capacité forage (débit d'exploitation et non la productivité actuelle)	30	> à la demande à satisfaire	30	30	
				très < à la demande à satisfaire			
				Légèrement < à la demande à satisfaire (amélioration)			
Stockage	20	Réservoir de stockage	20	< 50 m3	0	15	
				50-75			
				76-100	10		
				101-150			15
				>150			
Energie actuelle	15	Réseau Senelec	15		5	15	
		Diésel			15		
		Mixte Senelec-diésel					
Situation financière	5	Situation financière (ou coût de l'eau) non liée à une mauvaise gestion (déterminer le coût de l'eau avec les données réelles)	5	Déficitaire		0	
				Equilibrée	0		0
				Très excédentaire	-5		-5
100		100				70	

- Conclusion et recommandation

Paramètres	Note	Total	Valeur	Condition	Conclusion et recommandation	
Demande	Niveau de demande	10	33%	Minimal à 55%	Demande non favorable	Intervention pertinente
	Satisfaction de la demande actuelle	0				
	Possibilités d'extensions	0				
	AGR	0				
Productivité	30	30	100%	Minimal à 50%	Favorable	
Stockage	15	15	75%	Minimal 25%	Favorable	
Energie	15	15	100%	Néant	Très favorable	
Situation financière	0	0	0%	Minimal à 0	Favorable	
Note finale	70	70	70%			

- Simulations sur Mberla Bélé

- Tableau de notation

Paramètre général		Paramètres particuliers		Caractéristiques	Pondération affectée (remplir une)	Note obtenue	
Paramètre	Note	Paramètre	Note				
Demande	30	Niveau de demande	15	Faible (< 250 hbts)		15	
				Moyen (250-500hbts)			
				Important (500-1000hbts)			
				Supérieur (>1000 hbts)	15		15
		Satisfaction de la demande actuelle	10	Satisfaite	0		10
				Non satisfaite		10	
Possibilités d'extensions	2,5		2,5	Extension possible	2,5	0	
				Extension impossible			
AGR	2,5		2,5	Favorable	2,5	0	
				Non	0		0
Productivité	30	Capacité forage (débit d'exploitation et non la productivité actuelle)	30	> à la demande à satisfaire	30	30	
Stockage	20	Réservoir de stockage	20	< 50 m3	0	20	
				50-75			
				76-100	10		
				101-150			
				>150			20
Energie actuelle	15	Réseau Senelec	15		5	5	
		Diésel					
		Mixte Senelec-diésel					
Situation financière	5	Situation financière (ou coût de l'eau) non liée à une mauvaise gestion (déterminer le coût de l'eau avec les données réelles)	5	Déficitaire		0	
				Equilibrée	0		0
				Très excédentaire	-5		-5
	100		100			80	

- Conclusion et recommandation

Paramètres	Note	Total	Valeur	Condition	Conclusion et recommandation		
Demande	Niveau de demande	15	25	83%	Minimal à 55%	Favorable	Intervention pertinente
	Satisfaction de la demande actuelle	10					
	Possibilités d'extensions	0					
	AGR	0					
Productivité	30	30	100%	Minimal à 50%	Favorable		
Stockage	20	20	100%	Minimal 25%	Favorable		
Energie	5	5	33%	Néant	Moyennement favorable		
Situation financière	0	0	0%	Minimal à 0	Favorable		
Note finale	80	80	80%				

- **Simulations sur Pethiel**
 - **Tableau de notation**

Paramètre général		Paramètres particuliers		Caractéristiques	Pondération affectée (remplir une)	Note obtenue		
Paramètre	Note	Paramètre	Note					
Demande	30	Niveau de demande	15	Faible (< 250 hbts)		15		
				Moyen (250-500hbts)				
				Important (500-1000hbts)				
				Supérieur (>1000 hbts)	15		15	
		Satisfaction de la demande actuelle	10	Satisfaite		0	0	0
				Non satisfaite				
		Possibilités d'extensions	2,5	Extension possible		2,5		0
				Extension impossible			0	
AGR	2,5	Favorable		2,5	2,5	2,5		
		Non		0	0			
Productivité	30	Capacité forage (débit d'exploitation et non la productivité actuelle)	30	> à la demande à satisfaire	30	30		
Stockage	20	Réservoir de stockage	20	< 50 m3	0	15		
				50-75				
				76-100	10			
				101-150			15	
				>150				
Energie actuelle	15	Réseau Senelec	15		5	15		
		Diésel			15			
		Mixte Senelec-diésel						
Situation financière	5	Situation financière (ou coût de l'eau) non liée à une mauvaise gestion (déterminer le coût de l'eau avec les données réelles)	5	Déficitaire		0		
				Equilibrée	0		0	
				Très excédentaire	-5		-5	
100		100				77,5		

○ **Conclusion et recommandation**

Paramètres	Note	Total	Valeur	Condition	Conclusion et recommandation	
Demande	Niveau de demande	15	58%	Minimal à 55%	Favorable	Intervention pertinente
	Satisfaction de la demande actuelle	0				
	Possibilités d'extensions	0				
	AGR	2,5				
Productivité	30	30	100%	Minimal à 50%	Favorable	Intervention pertinente
Stockage	15	15	75%	Minimal 25%	Favorable	
Energie	15	15	100%	Néant	Très favorable	
Situation financière	0	0	0%	Minimal à 0	Favorable	
Note finale	77,5	77,5	78%			

- Simulations sur Doumga Ouro Alpha

- Tableau de notation

Paramètre général		Paramètres particuliers		Caractéristiques	Pondération affectée (remplir une)	Note obtenue		
Paramètre	Note	Paramètre	Note					
Demande	30	Niveau de demande	15	Faible (< 250 hbts)		15		
				Moyen (250-500hbts)				
				Important (500-1000hbts)				
				Supérieur (>1000 hbts)	15		15	
		Satisfaction de la demande actuelle	10	Satisfaite		0	0	0
				Non satisfaite				
Possibilités d'extensions	2,5	AGR	2,5	Extension possible	2,5	2,5	2,5	
				Extension impossible				
Productivité	30	Capacité forage (débit d'exploitation et non la productivité actuelle)	30	> à la demande à satisfaire	30	30	30	
				très < à la demande à satisfaire				
				Légèrement < à la demande à satisfaire (amélioration)				
Stockage	20	Réservoir de stockage	20	< 50 m3	0		20	
				50-75				
				76-100	10			
				101-150				
				>150		20		
Energie actuelle	15	Réseau Senelec	15		5	5	5	
		Diésel						
		Mixte Senelec-diésel						
Situation financière	5	Situation financière (ou coût de l'eau) non liée à une mauvaise gestion (déterminer le coût de l'eau avec les données réelles)	5	Déficitaire			0	
				Equilibrée	0	0		
				Très excédentaire	-5	-5		
100		100				75		

- Conclusion et recommandation

Paramètres	Note	Total	Valeur	Condition	Conclusion et recommandation	
Demande	Niveau de demande	15	67%	Minimal à 55%	Favorable	Intervention pertinente
	Satisfaction de la demande actuelle	0				
	Possibilités d'extensions	2,5				
	AGR	2,5				
Productivité	30	30	100%	Minimal à 50%	Favorable	
Stockage	20	20	100%	Minimal 25%	Favorable	
Energie	5	5	33%	Néant	Moyennement favorable	
Situation financière	0	0	0%	Minimal à 0	Favorable	
Note finale	75	75	75%			

- Simulations sur Kawal Kangal

- Tableau de notation

Paramètre général		Paramètres particuliers		Caractéristiques	Pondération affectée (remplir une)	Note obtenue	
Paramètre	Note	Paramètre	Note				
Demande	30	Niveau de demande	15	Faible (< 250 hbts)		10	
				Moyen (250-500hbts)			
				Important (500-1000hbts)	10		
				Supérieur (>1000 hbts)	15		
		Satisfaction de la demande actuelle	10	Satisfaite	0	0	0
				Non satisfaite			
		Possibilités d'extensions	2,5	Extension possible	2,5	2,5	2,5
				Extension impossible			
AGR	2,5	Favorable	2,5		0		
		Non	0	0			
Productivité	30	Capacité forage (débit d'exploitation et non la productivité actuelle)	30	> à la demande à satisfaire	30	30	
Stockage	20	Réservoir de stockage	20	< 50 m3	0	0	
				50-75			
				76-100	10		
				101-150			
				>150			
Energie actuelle	15	Réseau Senelec	15		5	5	
		Diésel					
		Mixte Senelec-diésel					
Situation financière	5	Situation financière (ou coût de l'eau) non liée à une mauvaise gestion (déterminer le coût de l'eau avec les données réelles)	5	Déficitaire			
				Equilibrée	0	0	
				Très excédentaire	-5	-5	
	100		100			47,5	

- Conclusion et recommandation

Paramètres	Note	Total	Valeur	Condition	Conclusion et recommandation	
Demande	Niveau de demande	10	42%	Minimal à 55%	Demande non favorable	Intervention peu pertinente
	Satisfaction de la demande actuelle	0				
	Possibilités d'extensions	2,5				
	AGR	0				
Productivité	30	30	100%	Minimal à 50%	Favorable	Intervention peu pertinente
Stockage	0	0	0%	Minimal 25%	Stockage minimal non favorable	
Energie	5	5	33%	Néant	Moyennement favorable	
Situation financière	0	0	0%	Minimal à 0	Favorable	
Note finale	47,5	47,5	48%			

- Simulations sur Bokissaboudou

- Tableau de notation

Paramètre général		Paramètres particuliers		Caractéristiques	Pondération affectée (remplir une)	Note obtenue		
Paramètre	Note	Paramètre	Note					
Demande	30	Niveau de demande	15	Faible (< 250 hbts)		15		
				Moyen (250-500hbts)				
				Important (500-1000hbts)				
				Supérieur (>1000 hbts)	15		15	
		Satisfaction de la demande actuelle	10	Satisfaite		0	0	0
				Non satisfaite				
Possibilités d'extensions	2,5	AGR	2,5	Extension possible	2,5	2,5	2,5	
				Extension impossible				
Productivité	30	Capacité forage (débit d'exploitation et non la productivité actuelle)	30	> à la demande à satisfaire	30	30	30	
				très < à la demande à satisfaire				
				Légèrement < à la demande à satisfaire (amélioration)				
Stockage	20	Réservoir de stockage	20	< 50 m3	0	0	10	
				50-75				
				76-100	10	10		
				101-150				
				>150				
Energie actuelle	15	Réseau Senelec	15		5	5	5	
		Diésel						
		Mixte Senelec-diésel						
Situation financière	5	Situation financière (ou coût de l'eau) non liée à une mauvaise gestion (déterminer le coût de l'eau avec les données réelles)	5	Déficitaire			0	
				Equilibrée	0	0		
				Très excédentaire	-5	-5		
100		100				65		

- Conclusion et recommandation

Paramètres	Note	Total	Valeur	Condition	Conclusion et recommandation	
Demande	Niveau de demande	15	67%	Minimal à 55%	Favorable	Intervention pertinente
	Satisfaction de la demande actuelle	0				
	Possibilités d'extensions	2,5				
	AGR	2,5				
Productivité	30	30	100%	Minimal à 50%	Favorable	
Stockage	10	10	50%	Minimal 25%	Favorable	
Energie	5	5	33%	Néant	Moyennement favorable	
Situation financière	0	0	0%	Minimal à 0	Favorable	
Note finale	65	65	65%			

- **Simulations sur Nabadji Civol**

- **Tableau de notation**

Paramètre général		Paramètres particuliers		Caractéristiques	Pondération affectée (remplir une)	Note obtenue		
Paramètre	Note	Paramètre	Note					
Demande	30	Niveau de demande	15	Faible (< 250 hbts)		15		
				Moyen (250-500hbts)				
				Important (500-1000hbts)				
				Supérieur (>1000 hbts)	15		15	
		Satisfaction de la demande actuelle	10	Satisfaite		0	0	10
				Non satisfaite			10	
		Possibilités d'extensions	2,5	Extension possible		2,5	2,5	2,5
				Extension impossible				
AGR	2,5	Favorable		2,5		0		
		Non		0	0			
Productivité	30	Capacité forage (débit d'exploitation et non la productivité actuelle)	30	> à la demande à satisfaire	30	30	30	
				très < à la demande à satisfaire				
				Légèrement < à la demande à satisfaire (amélioration)				
Stockage	20	Réservoir de stockage	20	< 50 m3	0	0	15	
				50-75				
				76-100	10			
				101-150		15		
Energie actuelle	15	Réseau Senelec	15		5	5	5	
				Diésel				
				Mixte Senelec-diésel				
Situation financière	5	Situation financière (ou coût de l'eau) non liée à une mauvaise gestion (déterminer le coût de l'eau avec les données réelles)	5	Déficitaire			0	
				Equilibrée	0	0		
				Très excédentaire	-5	-5		
100		100				77,5		

- **Conclusion et recommandation**

Paramètres	Note	Total	Valeur	Condition	Conclusion et recommandation		
Demande	Niveau de demande	15	27,5	92%	Minimal à 55%	Favorable	Intervention pertinente
	Satisfaction de la demande actuelle	10					
	Possibilités d'extensions	2,5					
	AGR	0					
Productivité	30	30	100%	Minimal à 50%	Favorable		
Stockage	15	15	75%	Minimal 25%	Favorable		
Energie	5	5	33%	Néant	Moyennement favorable		
Situation financière	0	0	0%	Minimal à 0	Favorable		
Note finale	77,5	77,5	78%				

Annexe II

- Site de LAMBAGO

N° PRIX	DESCRIPTION	Unité	Qté	PRIX UNITAIRE	PRIX TOTAL
				(FCFA HTVA)	(FCFA HTVA)
1	Installation de chantier et repli y compris fourniture sur site de notices d'exploitation d'entretien, de panneaux d'information et de sécurité, carnets de pompage	Ft	1	100 000	100 000
2	Fourniture et pose d'électropompe immergée de 13 kW ,33 m ³ /h y compris câble électrique de puissance, cable de sonde 1x1,5 mm ² , 1 boîte de jonction et 3 sondes de niveau	U	0	1 690 000	-
3	Fourniture et pose variateur de vitesse solaire avec MPPT; 15 Kw input DC 612 V/ 40 A, AC 380 V output 380- 400 V	U	1	1 700 000	1 700 000
4	Fourniture de panneaux solaire photovoltaïques polycristalins de 250 Wc	u	72	120 000	8 640 000
5	Fourniture de supports de panneaux	u	72	35 000	2 520 000
6	Fourniture de cable solaire resistant aux UV	ml	70	2 500	175 000
7	Fourniture d'un lot de pieces de raccordement	lot	1	110 000	110 000
8	Fourniture et pose appareil de protection et connexion	u	1	200 000	200 000
9	Fourniture et pose de parafoudre et système de mise à la terre	u	1	250 000	250 000
TOTAL HTVA					13 695 000
HTVA (18%)					2 465 100
TOTAL TTC					16 160 100

- Site de Loumboul Baladji

N° PRIX	DESCRIPTION	Unité	Qté	PRIX UNITAIRE	PRIX TOTAL
				(FCFA HTVA)	(FCFA HTVA)
1	Installation de chantier et repli y compris fourniture sur site de notices d'exploitation d'entretien, de panneaux d'information et de sécurité, carnets de pompage	Ft	1	100 000	100 000
2	Fourniture et pose d'électropompe immergée 9,2 kW 33 m3/h y compris câble électrique de puissance, câble de sonde 1x1,5 mm ² , 1 boîte de jonction et 3 sondes de niveau	U	0	1 196 000	-
3	Fourniture de panneaux solaire photovoltaïques polycristalins de 250 Wc	u	54	120 000	6 480 000
4	Fourniture de supports de panneaux	u	54	35 000	1 890 000
5	Fourniture de câble solaire résistant aux UV	ml	72	2 500	180 000
6	Fourniture d'un lot de pièces de raccordement	lot	1	100 000	100 000
7	Fourniture et pose appareil de protection et connexion	u	1	200 000	200 000
8	Fourniture et pose d'un variateur de vitesse solaire avec MPPT 11 kW; input DC 612 V / 30 A , output 380-400V	u	1	1 300 000	1 300 000
9	Fourniture et pose de parafoudre et système de mise à la terre	u	1	250 000	250 000
TOTAL HTVA					10 500 000
HTVA (18%)					1 890 000
TOTAL TTC					12 390 000

- Site de Orofonde

N° PRIX	DESCRIPTION	Unité	Qté	PRIX UNITAIRE	PRIX TOTAL
				(FCFA HTVA)	(FCFA HTVA)
1	Installation de chantier et repli y compris fourniture sur site de notices d'exploitation d'entretien, de panneaux d'information et de sécurité, carnets de pompage	Ft	1	100 000	100 000
2	Fourniture et pose d'électropompe immergée de 18,5 kW 76m3/h y compris câble électrique de puissance, câble de sonde 1x1,5 mm ² , 1 boîte de jonction et 3 sondes de niveau	U	0	2 405 000	-
3	Fourniture de panneaux solaire photovoltaïques polycristalins de 250 Wc	u	108	120 000	12 960 000
4	Fourniture de supports de panneaux	u	108	35 000	3 780 000
5	Fourniture de câble solaire résistant aux UV	ml	100	2 500	250 000
6	Fourniture d'un lot de pièces de raccordement	lot	1	100 000	100 000
7	Fourniture et pose appareil de protection et connexion	u	1	200 000	200 000
8	Fourniture et pose d'un variateur de vitesse solaire 22 kW, input: DC 612 V / 60 A, AC 400 V, output 380- 400 V, avec MPPT	u	1	2 500 000	2 500 000
9	Fourniture et pose de parafoudre et système de mise à la terre	u	1	250 000	250 000
TOTAL HTVA					20 140 000
HTVA (18%)					3 625 200
TOTAL TTC					23 765 200

- Site de Goudidé Ndouyobé

N° PRIX	DESCRIPTION	Unité	Qté	PRIX UNITAIRE	PRIX TOTAL
				(FCFA HTVA)	(FCFA HTVA)
1	Installation de chantier et repli y compris fourniture sur site de notices d'exploitation d'entretien, de panneaux d'information et de sécurité, carnets de pompage	Ft	1	100 000	100 000
2	Fourniture et pose d'électropompe immergée de 13 kW, 54 m ³ /h y compris de câble électrique de puissance, câble de sonde 1x1,5 mm ² , 1 boîte de jonction et 3 sondes de niveau	U	0	1 690 000	-
3	Fourniture et pose variateur de vitesse solaire avec MPPT; 15 Kw input DC 612 V/ 40 A, AC 380 V output 380- 400 V	U	1	1 700 000	1 700 000
4	Fourniture de panneaux solaire photovoltaïques polycristalins de 250 Wc	u	72	120 000	8 640 000
5	Fourniture de supports de panneaux	u	72	35 000	2 520 000
6	Fourniture de cable solaire resistant aux UV	ml	70	2 500	175 000
7	Fourniture d'un lot de pieces de raccordement	lot	1	110 000	110 000
8	Fourniture et pose appareil de protection et connexion	u	1	200 000	200 000
9	Fourniture et pose de parafoudre et système de mise à la terre	u	1	250 000	250 000
TOTAL HTVA					13 695 000
HTVA (18%)					2 465 100
TOTAL TTC					16 160 100

- Site de Goudidé Diobé

N° PRIX	DESCRIPTION	Unité	Qté	PRIX UNITAIRE	PRIX TOTAL
				(FCFA HTVA)	(FCFA HTVA)
1	Installation de chantier et repli y compris fourniture sur site de notices d'exploitation d'entretien, de panneaux d'information et de sécurité, carnets de pompage	Ft	1	100 000	100 000
2	Fourniture et pose d'électropompe immergée 13 kW 40 m3/h y compris câble électrique de puissance, câble de sonde 1x1,5 mm ² , 1 boîte de jonction et 3 sondes de niveau	U	0	1 690 000	-
3	Fourniture et pose variateur de vitesse solaire avec MPPT; 15 Kw input DC 612 V/ 40 A, AC 380 V output 380- 400 V	U	1	1 700 000	1 700 000
4	Fourniture de panneaux solaire photovoltaïques polycristalins de 250 Wc	u	72	120 000	8 640 000
5	Fourniture de supports de panneaux	u	72	35 000	2 520 000
6	Fourniture de câble solaire résistant aux UV	ml	70	2 500	175 000
7	Fourniture d'un lot de pièces de raccordement	lot	1	110 000	110 000
8	Fourniture et pose appareil de protection et connexion	u	1	200 000	200 000
9	Fourniture et pose de parafoudre et système de mise à la terre	u	1	250 000	250 000
TOTAL HTVA					13 695 000
HTVA (18%)					2 465 100
TOTAL TTC					16 160 100

- Site de Bagonde

N° PRIX	DESCRIPTION	Unité	Qté	PRIX UNITAIRE	PRIX TOTAL
				(FCFA HTVA)	(FCFA HTVA)
1	Installation de chantier et repli y compris fourniture sur site de notices d'exploitation d'entretien, de panneaux d'information et de sécurité, carnets de pompage	Ft	1	100 000	100 000
2	Fourniture et pose d'électropompe immergée 13 kW, 52 m ³ /h y compris câble électrique de puissance, câble de sonde 1x1,5 mm ² , 1 boîte de jonction et 3 sondes de niveau	U	0	1 690 000	-
3	Fourniture et pose variateur de vitesse solaire avec MPPT; 15 Kw input DC 612 V/ 40 A, AC 380 V output 380- 400 V	U	1	1 700 000	1 700 000
4	Fourniture de panneaux solaire photovoltaïques polycristalins de 250 Wc	u	72	120 000	8 640 000
5	Fourniture de supports de panneaux	u	72	35 000	2 520 000
6	Fourniture de câble solaire résistant aux UV	ml	70	2 500	175 000
7	Fourniture d'un lot de pièces de raccordement	lot	1	110 000	110 000
8	Fourniture et pose appareil de protection et connexion	u	1	200 000	200 000
9	Fourniture et pose de parafoudre et système de mise à la terre	u	1	250 000	250 000
TOTAL HTVA					13 695 000
HTVA (18%)					2 465 100
TOTAL TTC					16 160 100

- Site de Mberla Bélé

N° PRIX	DESCRIPTION	Unité	Qté	PRIX UNITAIRE	PRIX TOTAL
				(FCFA HTVA)	(FCFA HTVA)
1	Installation de chantier et repli y compris fourniture sur site de notices d'exploitation d'entretien, de panneaux d'information et de sécurité, carnets de pompage	Ft	1	100 000	100 000
2	Fourniture et pose d'électropompe immergée 11 kW, 30 m ³ /h y compris câble électrique de puissance, câble de sonde 1x1,5 mm ² , 1 boîte de jonction et 3 sondes de niveau	U	0	1 430 000	-
3	Fourniture et pose variateur de vitesse solaire avec MPPT; 13 Kw input DC 612 V/ 40 A, AC 380 V output 380- 400 V	U	1	1 500 000	1 500 000
4	Fourniture de panneaux solaire photovoltaïques polycristalins de 250 Wc	u	72	120 000	8 640 000
5	Fourniture de supports de panneaux	u	72	35 000	2 520 000
6	Fourniture de câble solaire résistant aux UV	ml	70	2 500	175 000
7	Fourniture d'un lot de pièces de raccordement	lot	1	100 000	100 000
8	Fourniture et pose appareil de protection et connexion	u	1	200 000	200 000
9	Fourniture et pose de parafoudre et système de mise à la terre	u	1	250 000	250 000
TOTAL HTVA					13 485 000
HTVA (18%)					2 427 300
TOTAL TTC					15 912 300

- Site de Péthiél

N° PRIX	DESCRIPTION	Unité	Qté	PRIX UNITAIRE	PRIX TOTAL
				(FCFA HTVA)	(FCFA HTVA)
1	Installation de chantier et repli y compris fourniture sur site de notices d'exploitation d'entretien, de panneaux d'information et de sécurité, carnets de pompage	Ft	1	100 000	100 000
2	Fourniture et pose d'électropompe immergée 9,2 kW; 43,5m3/h y compris câble électrique de puissance, câble de sonde 1x1,5 mm ² , 1 boîte de jonction et 3 sondes de niveau	U	0	1 430 000	-
3	Fourniture de panneaux solaire photovoltaïques polycristalins de 250 Wc	u	54	120 000	6 480 000
4	Fourniture de supports de panneaux	u	54	35 000	1 890 000
5	Fourniture de câble solaire resistant aux UV	ml	72	2 500	180 000
6	Fourniture d'un lot de pieces de raccordement	lot	1	100 000	100 000
7	Fourniture et pose appareil de protection et connexion	u	1	200 000	200 000
8	Fourniture et pose d'un variateur de vitesse solaire avec MPPT 11 kW; input DC 612 V / 30 A , outpot 380-400V	u	1	1 300 000	1 300 000
9	Fourniture et pose de parafoudre et système de mise à la terre	u	1	250 000	250 000
TOTAL HTVA					10 500 000
HTVA (18%)					1 890 000
TOTAL TTC					12 390 000

- Site de Doumga Ouro Alfa

N° PRIX	DESCRIPTION	Unité	Qté	PRIX UNITAIRE (FCFA HTVA)	PRIX TOTAL (FCFA HTVA)
1	Installation de chantier et repli y compris fourniture sur site de notices d'exploitation d'entretien, de panneaux d'information et de sécurité, carnets de pompage	Ft	1	100 000	100 000
2	Fourniture et pose d'électropompe immergée 11 kW 45 m ³ /h y compris câble électrique de puissance, câble de sonde 1x1,5 mm ² , 1 boîte de jonction et 3 sondes de niveau	U	0	1 430 000	-
3	Fourniture et pose variateur de vitesse solaire avec MPPT; 13 Kw input DC 612 V/ 40 A, AC 380 V output 380- 400 V	U	1	1 500 000	1 500 000
4	Fourniture de panneaux solaire photovoltaïques polycristalins de 250 Wc	u	72	120 000	8 640 000
5	Fourniture de supports de panneaux	u	72	35 000	2 520 000
6	Fourniture de câble solaire résistant aux UV	ml	70	2 500	175 000
7	Fourniture d'un lot de pièces de raccordement	lot	1	100 000	100 000
8	Fourniture et pose appareil de protection et connexion	u	1	200 000	200 000
9	Fourniture et pose de parafoudre et système de mise à la terre	u	1	250 000	250 000
TOTAL HTVA					13 485 000
HTVA (18%)					2 427 300
TOTAL TTC					15 912 300

- Site de Kawal Kangal

N° PRIX	DESCRIPTION	Unité	Qté	PRIX UNITAIRE	PRIX TOTAL
				(FCFA HTVA)	(FCFA HTVA)
1	Installation de chantier et repli y compris fourniture sur site de notices d'exploitation d'entretien, de panneaux d'information et de sécurité, carnets de pompage	Ft	1	100 000	100 000
2	Fourniture et pose d'électropompe immergée 7,5 kW 15 m ³ /h y compris câble électrique de puissance, câble de sonde 1x1,5 mm ² , 1 boîte de jonction et 3 sondes de niveau	U	0	1 100 000	-
3	Fourniture de panneaux solaire photovoltaïques polycristalins de 250 Wc	u	54	120 000	6 480 000
4	Fourniture de supports de panneaux	u	54	35 000	1 890 000
5	Fourniture de cable solaire resistant aux UV	ml	72	2 500	180 000
6	Fourniture d'un lot de pieces de raccordement	lot	1	100 000	100 000
7	Fourniture et pose appareil de protection et connexion	u	1	200 000	200 000
8	Fourniture et pose d'un variateur de vitesse solaire avec MPPT 11 kW; input DC 612 V / 30 A , output 380-400V	u	1	1 300 000	1 300 000
9	Fourniture et pose de parafoudre et système de mise à la terre	u	1	250 000	250 000
TOTAL HTVA					10 500 000
HTVA (18%)					1 890 000
TOTAL TTC					12 390 000

- Site de Bokissaboudou

N° PRIX	DESCRIPTION	Unité	Qté	PRIX UNITAIRE	PRIX TOTAL
				(FCFA HTVA)	(FCFA HTVA)
1	Installation de chantier et repli y compris fourniture sur site de notices d'exploitation d'entretien, de panneaux d'information et de sécurité, camets de pompage	Ft	1	100 000	100 000
2	Fourniture et pose d'électropompe immergée 11 kW , 54m3/h y compris de câble électrique de puissance, câble de sonde 1x1,5 mm ² , 1 boîte de jonction et 3 sondes de niveau	U	0	1 430 000	-
3	Fourniture et pose variateur de vitesse solaire avec MPPT; 13 Kw input DC 612 V/ 40 A, AC 380 V output 380- 400 V	U	1	1 500 000	1 500 000
4	Fourniture de panneaux solaire photovoltaïques polycristalins de 250 Wc	u	72	120 000	8 640 000
5	Fourniture de supports de panneaux	u	72	35 000	2 520 000
6	Fourniture de cable solaire resistant aux UV	ml	70	2 500	175 000
7	Fourniture d'un lot de pieces de raccordement	lot	1	100 000	100 000
8	Fourniture et pose appareil de protection et connexion	u	1	200 000	200 000
9	Fourniture et pose de parafoudre et système de mise à la terre	u	1	250 000	250 000
TOTAL HTVA					13 485 000
HTVA (18%)					2 427 300
TOTAL TTC					15 912 300

- Site de Nabadji Civol

N° PRIX	DESCRIPTION	Unité	Qté	PRIX UNITAIRE	PRIX TOTAL
				(FCFA HTVA)	(FCFA HTVA)
1	Installation de chantier et repli y compris fourniture sur site de notices d'exploitation d'entretien, de panneaux d'information et de sécurité, carnets de pompage	Ft	1	100 000	100 000
2	Fourniture et pose d'électropompe immergée 13 kW , 45 m³/h y compris câble électrique de puissance, câble de sonde 1x1,5 mm ² , 1 boîte de jonction et 3 sondes de niveau	U	0	1 690 000	-
3	Fourniture et pose variateur de vitesse solaire avec MPPT; 15 Kw input DC 612 V/ 40 A, AC 380 V output 380- 400 V	U	1	1 700 000	1 700 000
4	Fourniture de panneaux solaire photovoltaïques polycristalins de 250 Wc	u	72	120 000	8 640 000
5	Fourniture de supports de panneaux	u	72	35 000	2 520 000
6	Fourniture de cable solaire resistant aux UV	ml	70	2 500	175 000
7	Fourniture d'un lot de pieces de raccordement	lot	1	110 000	110 000
8	Fourniture et pose appareil de protection et connexion	u	1	200 000	200 000
9	Fourniture et pose de parafoudre et système de mise à la terre	u	1	250 000	250 000
TOTAL HTVA					13 695 000
HTVA (18%)					2 465 100
TOTAL TTC					16 160 100