

BUSINESS PLAN

Petite Centrale Hydroélectrique d'Itsibou - Mossendjo



borne cadastrale du site d'implantation de la micro centrale d'Itsibou

Par
IBOUANGA Jean Bonate

Présenté à
MALOULA NZAMBI Albert
Directeur Gérant

Mossendjo, Decembre 2016

SOMMAIRE

- I. Résumé du site d'Itsibou
- II. Description du site
 - 1. Généralités
 - 2. Statuts du Projet
- III. Evaluation de la Potentialité du site
- IV. Evaluation de la Microcentrale d'Itsibou
- V. Ouvrages de Génie- civil
 - 1. Barrage
 - 2. Ouvrages de dérivations
 - 3. Choix du matériel
- VI. Données techniques du Projet
- VII. Eléments pour la gestion du Projet
- VIII. Stratégie du développement du Projet
- IX. Développement du Projet
- X. Structure et capital de l'entreprise
- XI. République du Congo
- XII. Production de l'Electricité
- XIII. Aperçu du marché
- XIV. Circuit d'utilisation par les bénéficiaires du Projet
- XV. Budget d'Investissement initial
- XVI. Plan d'Exploitation

I. RESUME DU SITE D'ITSIBOU

Puissance estimée de 10 MW

Site (superficie: 40.000m²)

- Puissance estimée ----- 10MW
- Debit d'eau calculé ----- 13m³/s
- Hauteur de chute ----- 15m avec une possibilité d'augmentation
- Relief présentant une vallée en forme de V, favorable à la construction d'un bassin de retention d'eau avec une possibilité d'augmenter la hauteur de chute.
- Site accessible par véhicule sans dépense supplémentaire pour construction de la route.

Endroits stratégiques

- La zone est dans une position stratégique avec l'accès facile au transport par route et par rail sur le site.
- Site situé en périphérie de la ville avec un coût de transport et raccordement à l'électricité réduit vers le réseau de distribution existant de la Société nationale d'électricité.
- Coût de raccordement réduit au réseau de la SNE.
- 280 km de Pointe-Noire (Port maritime/aéroport international).
- Présence du plus grand pôle minier Congolais, avec des projets en phase de maturité: Exxaro, Congo Mining, Sino Congo Mining, African Minerals Company, ODS, Alpha Minerals, Projets Bauxite du Congo, etc.....

II. DESCRIPTION DU SITE

1. Généralités du Site d'Itsibou

Geologie

- Terrain granitique archéen s'étendant du Congo au Gabon
- Roches soujacentes constituées exclusivement des granites

Historique

- Première étude de faisabilité réalisée par le Bureau d'études de RTI Services, spécialisées dans les études et équipements des centrales solaires et micro-centrales hydroélectriques en 2010.
- Après la seconde guerre mondiale, la BDPA identifia ce site pour le montage d'un micro-barrage dans les années 1960.
- Le projet CAIRE-Congo avait identifié le même site vers les années 1980.

Les sociétés présentes dans la zone

- ENEF
- TAMAN Industries
- SHIBAC
- EXXARO
- SINO-CONGO
- CONGO-MINING
- AFRICAN MINERALS COMPANY
- TANTALEX
- PROJET BAUXITE
- FORALAC
- SICOFOR
- ASIA-CONGO
- SOCIETE MINIERE ODS
- LACOUVER

2. Statut du Projet

Phase1 : Situation actuelle

- Autorisation provisoire de la construction du micro-barrage hydroelectrique en juin 2015,
- Les premieres etudes realisées depuis 2010 pour l'obtention du pre-agrement aupres du Ministere.
- Les travaux d'etudes d'impacts economiques et sociales.
- Les travaux d'etudes d'impacts environnementaux.
- Etude de Faisabilite publiee en 2016.

Phase 2: En cours d'execution

- Signature de l'agrement definitif.
- Appel d'offre pour les travaux de construction de la petite centrale.
- Appel d'offre pour la realisation du transport, du raccordement et de la distribution d'électricité.
- Debut d'exploitation et la commercialisation d'electricite

III. EVALUATION DE LA POTENTIALITE DU SITE

Parametres nécessaires à la construction du micro-barrage

- Roches susjacentes constituees des granitoïdes
- Hauteur de chute:15m
- Debit instantane: $13m^3/s$
- Ponteniel exploitable du site.
- Relief presentant une forme vallee enV favorable a la construstion du bassin de retention d'eau.
- **Premiere Mission de contrôle effectuée par l'agence Nationale d'Electrification Rurale en 2012.**
- Echantillonnage des roches au niveau du site
- Verification du debit en periode des crues et d'etiage par la methode flotteur.
- Obtention d'une autorisation gouvernementale de construction provisoire de la micro - centrale.

IV. EVALUATION DE LA MICRO CENTRALE HYDROELECTRIQUE D'ITSIBOU

ATOUTS

- Première énergie renouvelable historiquement et quantitativement.
- Production de l'électricité locale à moindre coût, couvrant tous les besoins de la population.
- Production d'électricité propre qui ne cause ni déchet, ni pollution de l'air et de l'eau.
- Ne constitue pas un obstacle pour les poissons migratoires.
- Ne stocke pas l'eau grâce au turbinage au fil de l'eau.
- Possibilité de générer des ressources à la commune de Mossendjo et ses environs par le biais des redevances et des taxes fiscales.
- Sources d'énergie d'appoint économiquement avantageuse pour les industries agricole, forestière et minière en voie de développement.
- Sa construction, sa rénovation et son entretien représenteront un potentiel de marchés pour les entreprises locales.
- Création d'emplois pour la jeunesse de Mossendjo et ses environs.
- Va déclencher le développement des activités de l'industrie artisanale et du commerce (soudure, savonnerie, huilerie, briqueterie, menuiserie, boucherie, poissonnerie, moulins à fofou ou maïs, etc)
- La Petite Centrale Hydroélectrique d'Itsibou constitue une alternative avantageuse à la grande pénurie d'électricité à Mossendjo et ses environs.
- Investissements à risque nul amortissement.

V. OUVRAGES DE GENIE CIVIL

1. Barrage

- Montage d'un reservoir de retention d'eau .

Ce reservoir de retention permet d'augmenter la production d'electricite pendant les heures de forte demande en electricite.

- Augmenter la hauteur de chute d'eau a plus de 15m

Cette hauteur de chute permet d'augmenter la puissance d'eau pour faire tourner les turbines.

2. Les Ouvrages de derivation

- Les ouvrages de prises d'eau, destinés a prelever le debit necessaire a chaque instant a l'alimentation de l'ouvrage d'amener a la turbine, en eliminant dans la mesure du possible les matieres solides du cours d'eau.
- Le canal d'amener est de forme rectangulaire ou trapezoidale et amene l'eau a la conduite forcee ou directement a la centrale.
- La conduite forcee relie le barrage ou le canal d'amene a la turbine.
- Le canal de restitution permet le retour du debit turbine au cours d'eau.

3. Le Choix du materiel

Le choix du matériel est très important car il doit permettre d'utiliser au maximum le potentiel exploitable.
IL dépend de la hauteur de chute et de l'utilisation de l'énergie produite.

IL dépend naturellement des caractéristiques de la chute, mais aussi de l'utilisation de l'énergie produite.

a) La Turbine

Le choix de la turbine se fait en fonction du débit nominal Q et de la chute H à disposition selon le **Diagramme Sulzel-Escher Wyss(27)**.
La Turbine est de type Kaplan Double Regulated.

La puissance de la turbine est de **10 MW**.

b) Le Générateur

Le choix du Générateur dépend essentiellement de **l'énergie à produire**.

L'idéal serait d'utiliser des Générateurs synchrones (en 3phases, refroidissement par air), sa tension est de 6 kv et sa fréquence est de 50hz.

Pour notre type d'installation son système de réglage dépend des caractéristiques du courant (tension, fréquence, etc.....)

c) Raccordement au réseau de la société nationale d'électricité

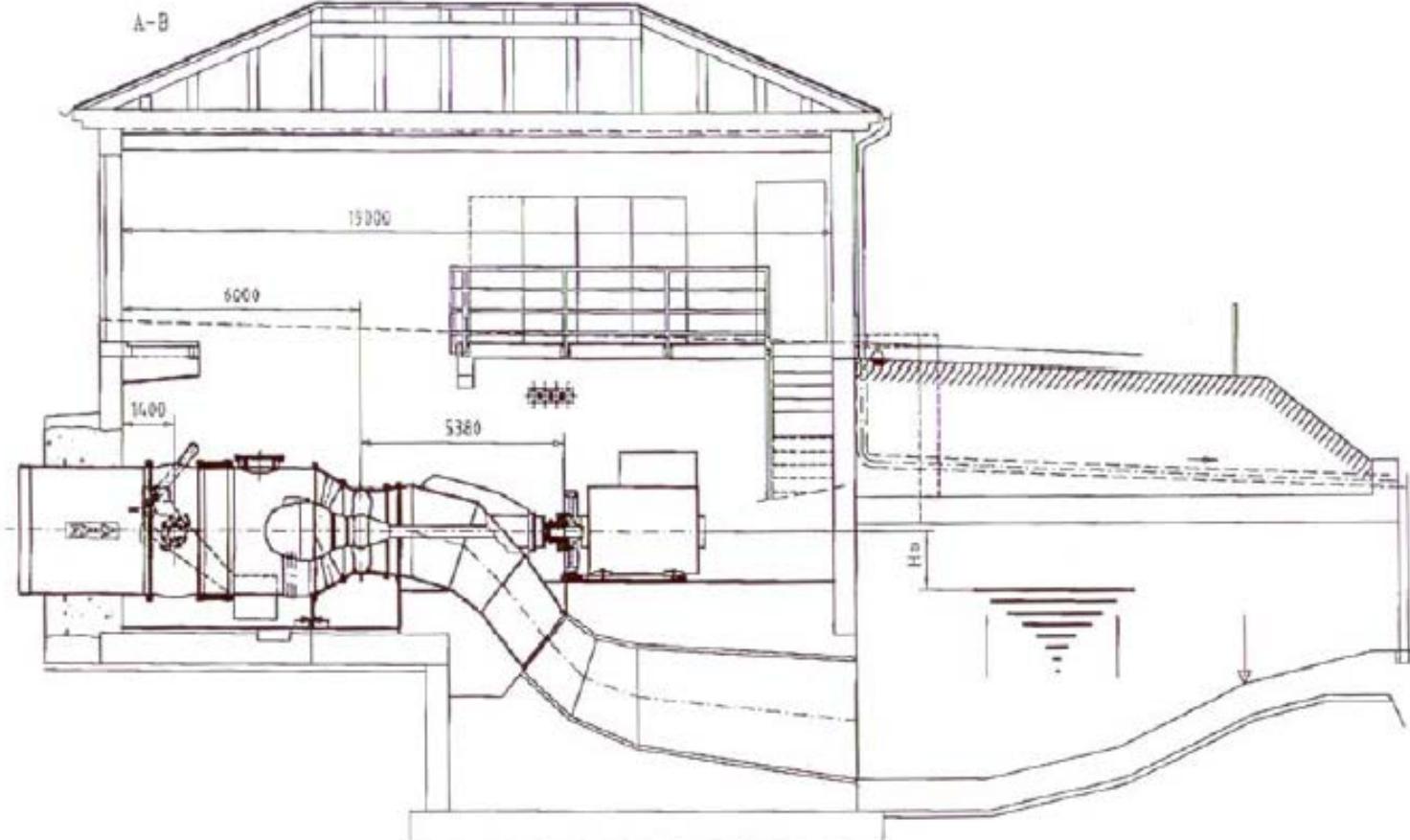
La Copedem doit prendre toutes les dispositions utiles pour n'apporter aucune perturbation dans le bon fonctionnement du réseau.

La ligne tirée sera au moins de 400m de la haute tension du réseau de la société nationale d'électricité.

VI. DONNEES TECHNIQUES DU PROJET

Caractéristiques du site d'Itsibou	
Débit moyen	13m ³ /s
Débit maximal	21,2m ³ /s
Hauteur de chute	14m
Volume d'eau turbine en moyenne	400 10 ⁴ m ³ /s
Barrage	
Hauteur	15m
Turbine	
Type	Kaplan S
Hauteur de chute nette	15m
Débit nominal	28m ³ /s
Vitesse de rotation	333 rpm
Puissance nominale	10MW
Alternateur	
Type	
Tension	
Fréquence	
Synchrone	
6 KV	
50 Hz	
Raccordement au réseau de la SNE	
Instruction technique numéro	180 SNE
Longueur de la ligne	400m
Production d'électricité	
Production annuelle	3650MW

VII. LES ELEMENTS NECESSAIRES POUR LA GESTION DU PROJET DE MICRO-CENTRALE HYDROELECTRIQUE



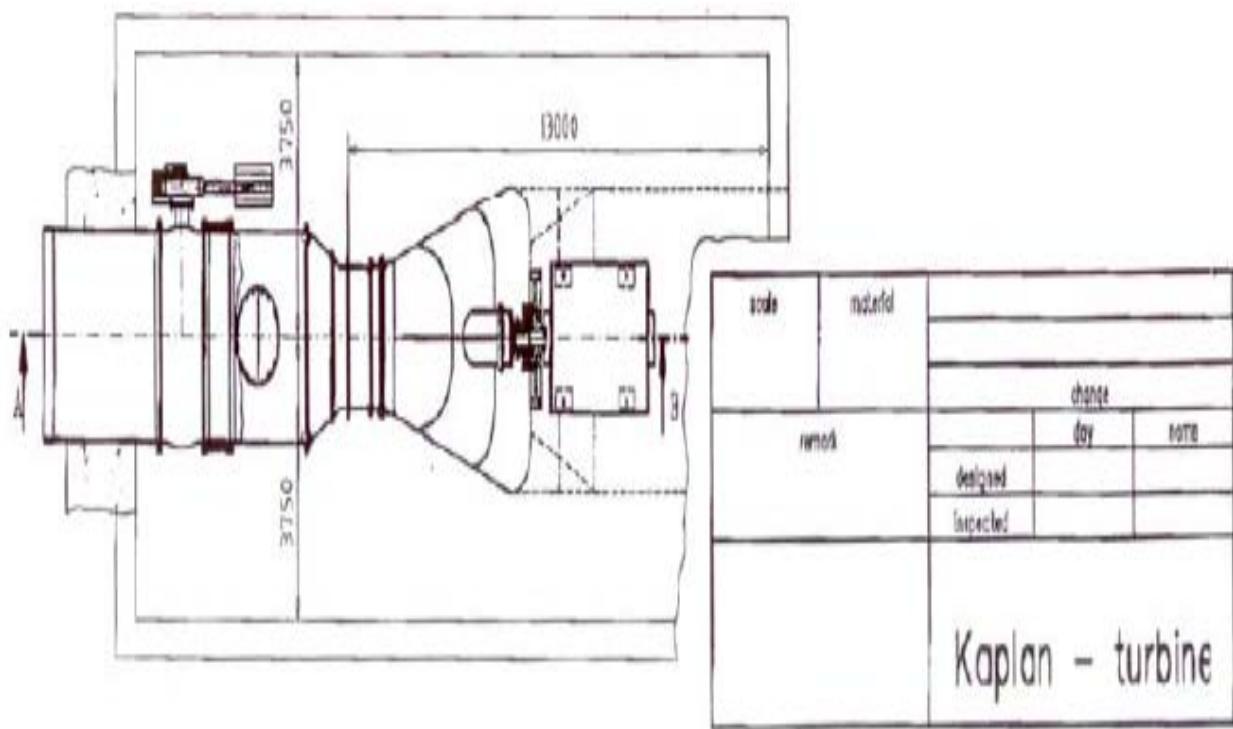


Fig. 3: Schéma de l'installation

VIII. STRATEGIE DE DEVELOPPEMENT DU PROJET

Opportunités de production permanente d'electricite

1. Production permanente d'electricite

- Première source d'énergie renouvelable historiquement et quantitativement.
- Production d'électricité propre, ni déchet en rivière, ni pollution de l'air.
- Cette production d'électricité permet d'éviter l'émission de 2500 tonnes de carbone par an dans l'atmosphère.
- Ne stocke pas l'eau grâce au turbinage au fil de l'eau.
- Elle ne constitue pas un obstacle pour les poissons migrateurs.
- Elle constitue une alternative avantageuse pour la pénurie d'électricité présente dans la zone.
- Elle nuit faiblement à l'environnement
- Elle permet à un certain nombre des visiteurs de prendre à cœur les problèmes d'électricité
- Présence du chemin de fer de la Comilog pour le cheminement des minéraux

Avantages:

- La petite centrale hydroélectrique d'Itsibou permettra à court terme de générer à la commune de Mossendjo et les localités environnantes les ressources financières par le biais des différentes redevances et taxes.
- Elle sera une source d'énergie d'appui pour l'industrie locale, l'artisanat et du grand pôle minier congolais en état de maturité.
- La construction, la rénovation et l'entretien de la petite centrale hydroélectrique d'Itsibou représentent un marché potentiel pour les entreprises locales.

IX. DEVELOPPEMENT DU PROJET

1. Les opérations à court terme:

Q1-2017 Objectif

- Recherche de l'Agrement definitif.
- Financement initial.
- Construction du micro barrage.

Q2- 2018 Objectif

- Raccordement au reseau de la SNE.
- Embauche du personnel local.
- Fourniture d'electricite a Mossendjo centre.

Q3-2019 Objectifs

- Transport d'Electricite vers Mayoko-Mbinda.
- Transport d'Electricite vers Makabana.
- Début des amortissements des crédits

Q4-2020 Objectifs

- Transport d'Electricité vers le District de Yaya.

X. STRUCTURE ET CAPITAL DE L'ENTREPRISE

Structure de l'entreprise

- COPEDEM est une société coopérative de droit congolais à caractère lucratif qui a son siège social sis EX Etablissement Yayo/ Avenue de la Louesse n° , B.P.Centre-Ville Mossendjo, CONGO (RC)
- Elle est dirigée par des hommes et de femmes tous de nationalité congolaise.

Structure du capital

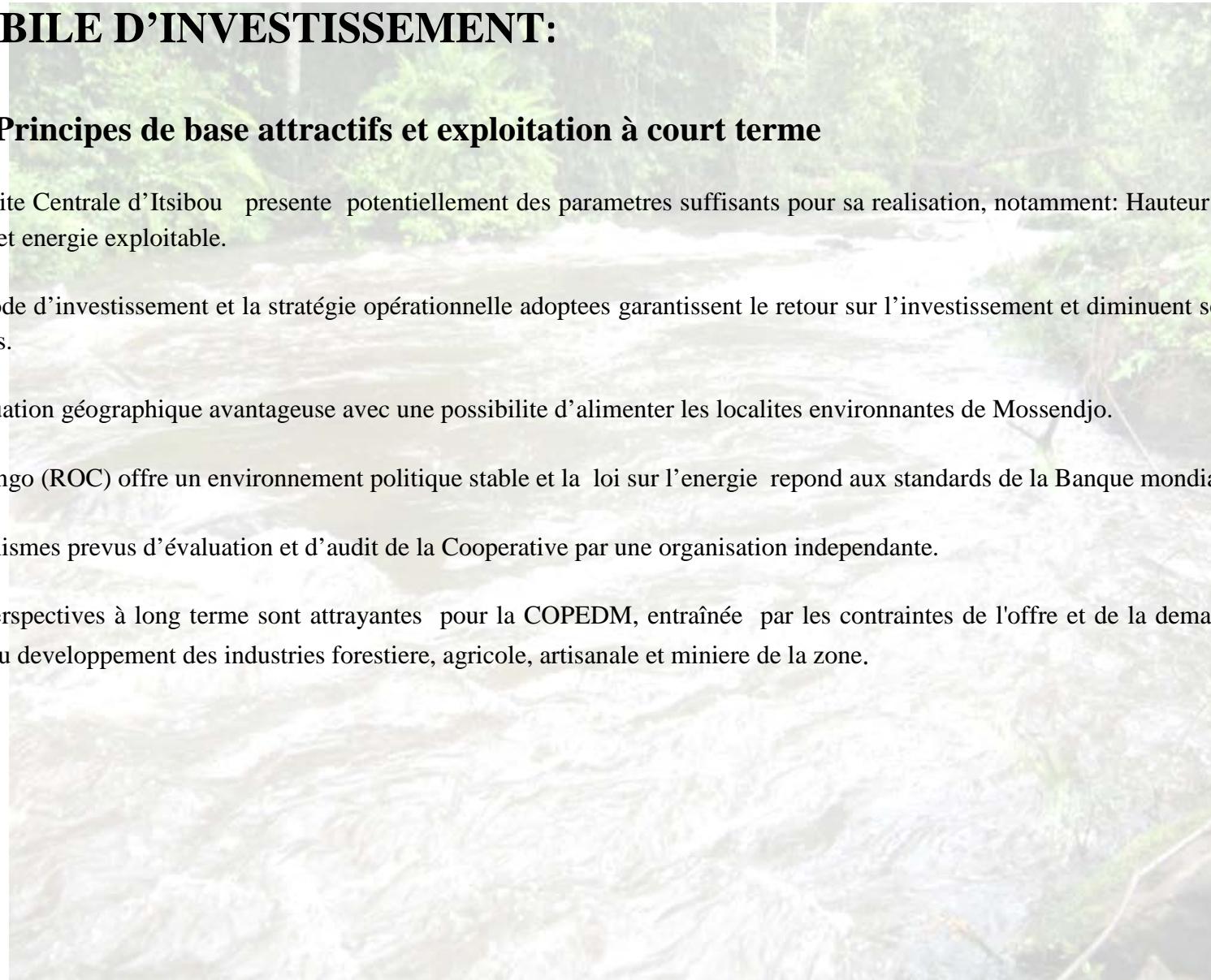
- 25%
- 15%
- 15%
- 5%
- 2%
- 2%
- 1% Autres actionnaires (36)

Pour plus de précision veuillez vérifier les statuts de la société.

XI. MOBILE D'INVESTISSEMENT:

Principes de base attractifs et exploitation à court terme

- La Petite Centrale d'Itsibou présente potentiellement des parametres suffisants pour sa realisation, notamment: Hauteur de chute, debit d'eau et energie exploitable.
- Le Mode d'investissement et la strategie operationnelle adoptees garantissent le retour sur l'investissement et diminuent sensiblement les risques.
- La situation géographique avantageuse avec une possibilite d'alimenter les localites environnantes de Mossendjo.
- Le Congo (ROC) offre un environnement politique stable et la loi sur l'energie repond aux standards de la Banque mondiale
- Mecanismes prevus d'évaluation et d'audit de la Cooperative par une organisation independante.
- Les perspectives à long terme sont attrayantes pour la COPEDM, entraînée par les contraintes de l'offre et de la demande croissantes liées au developpement des industries forestiere, agricole, artisanale et miniere de la zone.



XII. REPUBLIQUE DU CONGO (ROC)

Stabilité politique et potentialités de croissance à long terme

Geographie et démographie

- Pays d'Afrique centrale avec une population d'environ 4,2 millions, dont 61% urbanisée avec une superficie de 342 000 km² (à peu près la même taille que l'Allemagne).

Gouvernement et cadre juridique

- Le pays fonctionne selon les règles de la démocratie et le droit est inspiré du code civil français et le droit sur les énergies renouvelables aux normes de la Banque mondiale.

Historiquement dominé par l'industrie du pétrole et du gaz

- TOTAL et ENI produisent au Congo depuis des décennies et dominent l'industrie du pétrole et du gaz. Chevron, Exxon Mobile et Murphy Oil sont également présents dans la région.
- Les sociétés locales : SNPC, Orion oil... viennent de faire leur entrée dans le secteur.

L'accent recemment mis sur les mines et les énergies renouvelables

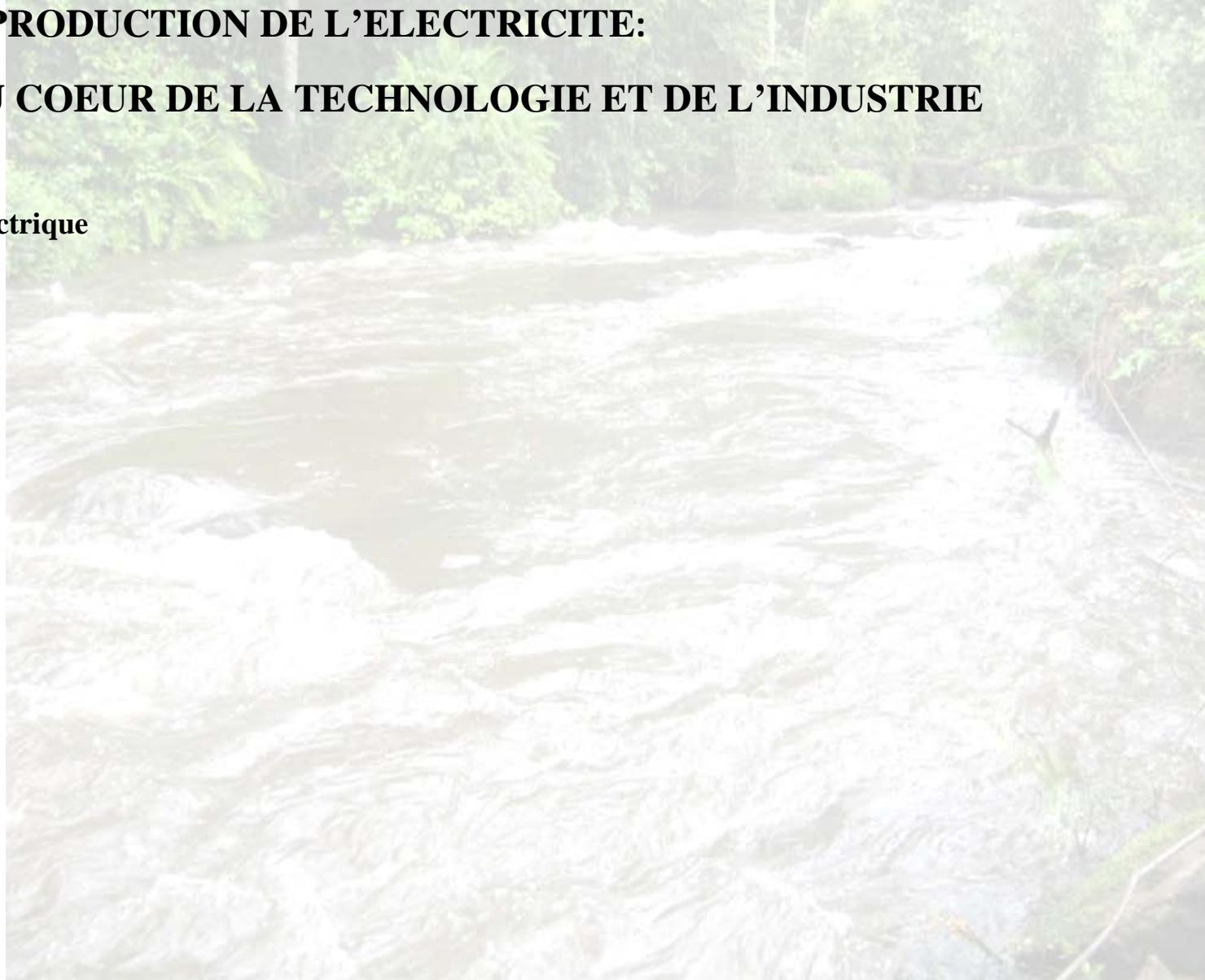
- Formation du ministère des Mines et de la géologie en 2009 pour organiser et promouvoir des activités minières sur le territoire.
- Loi sur la libéralisation du secteur de l'électricité au Congo dans les années 2000.
- Augmentation de l'intérêt des entreprises minières étrangères.
- Les projets miniers en cours comprennent les métaux ferreux (Xtrata, EXXARO, Congo Mining et Sundance), potasse (les minéraux élémentaires, Evergreen) et l'or (Mexivada), Cuivre (LULU...), Tantalex(coltan), AMC(Coltan), Sino-Congo(or), etc.
- Les projets sur les énergies renouvelables dont les plaques voltaïques à Djiri, Brazzaville pour alimenter les collectivités rurales et le projet ITSIBOU de la COPEDM/Scop à Mossendjo.

XIII. PRODUCTION DE L'ELECTRICITE: AU COEUR DE LA TECHNOLOGIE ET DE L'INDUSTRIE

Energie électrique

Propriétés

Applications



XIV. APERÇU DU MARCHE

Poussé par les biens de consommation de la technologie et la contrainte de la demande

La forte croissance de la demande est motivee par :

- Urbanisation rapide et augmentation de la population.
- Changement du mode de vie de la population d'une manière generale dans la zone
- Presence des industries forestiere et agricole
- Developpement du secteur minier dans Mossendjo Historique allant de la commune de Mossendjo a Mbinda et Moungoundou-Nord.

Absence sur le marche du courant permanent

- Une fourniture d'electricite insuffisante, avec 5h/jour seulement pour Mossendjo centre.
- horaires inadequats de fourniture en electricite pour de nombreux artisans et entrepreneurs locaux.

Marché oligopolistique

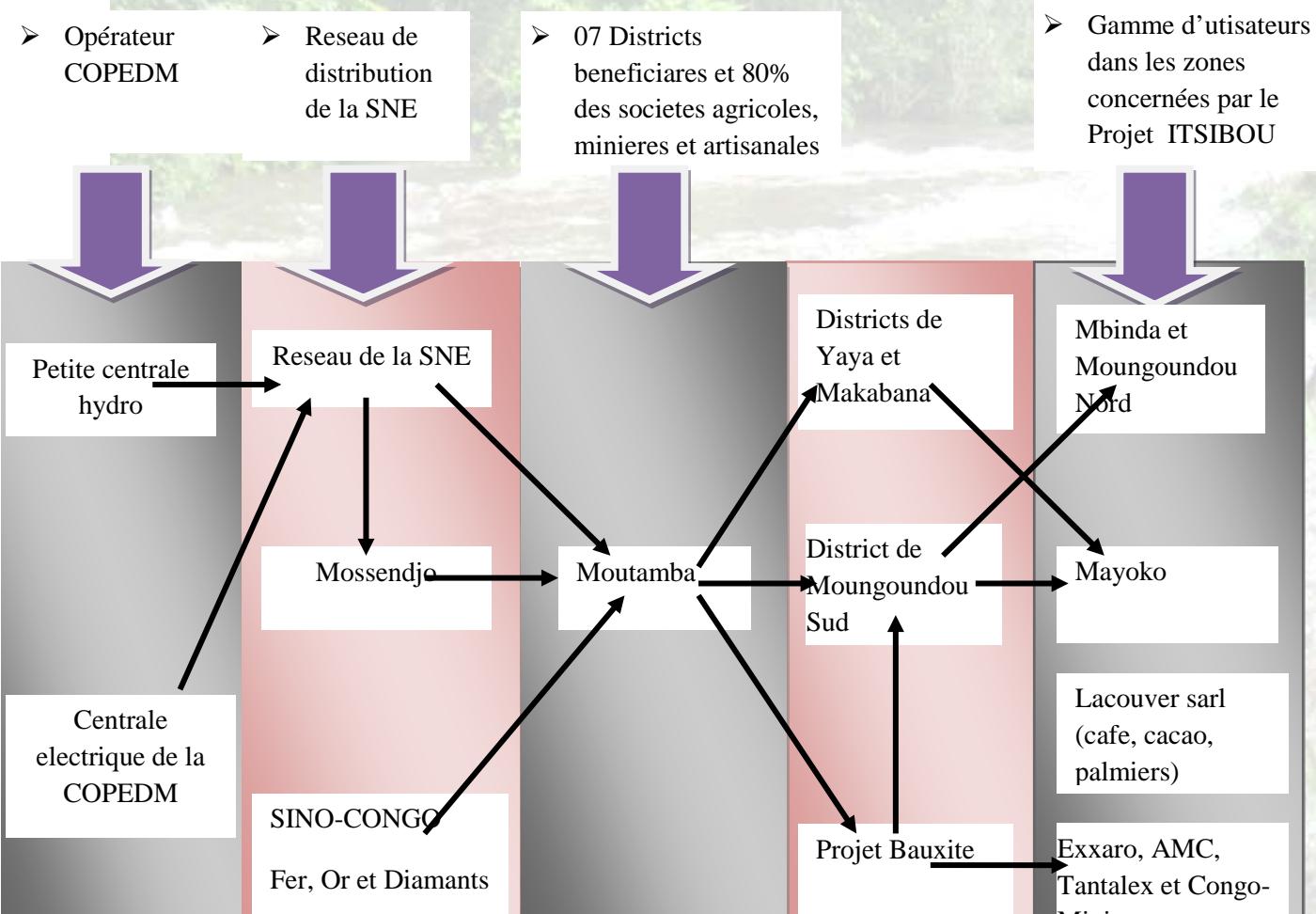
- Nombre limité d'abonnés et prix eleves de la facture mensuelle.
- Contrat d'approvisionnement d'electricite non respecté aupres des beneficiaires.

Prix sur le marché

Le prix du KW varie selon les localites, car il est fixe a 130F cfa / KW pour la zone Mossendjo, 50F CFA pour les districts de Moutamba, Mayoko, Moungoundou sud, et 150 F CFA le KW pour les grandes villes comme Brazzaville, Pointe-Noire et Dolisie.

XV. CIRCUIT D'UTILISATIONS PAR LES BENEFICIAIRES DU PROJET ITSIBOU

Marché d'électricité avec un nombre illimité des consommateurs



XVI. BUDGET D'INVESTISSEMENT INITIAL

1. Matériels électromécaniques en dollars US(\$)

Désignation	Quantité	Prix	Total
Prise d'eau			
De grilleur	1	20000	20 000
Batardeau	1	5000	5000
Sous total			25000
Centrale			
Vane de garde	2		incl
Turbine	2	230 000	460 000
Génératrice	2		incl
Régulateur	2	60 000	120 000
Groupe hydraulique	2		incl
Transformateur	1	20 000	20 000
Alimentateur de secours 24v			
Armoires électriques	2	33 000	66 000
Transport/Montage			incl
Mise en service			incl
Sous total			691 000
Raccordement au réseau			
Poste ligne	1		
Comptage	1		
Sous total			100 000
Divers et imprévus	1	80 000	80 000
Honoraires d'ingénieurs	1	70 000	70 000
TOTAL			966 000



2. Génie-civil en dollars US(\$)

Désignation	montant
Installation du chantier et travaux préparatoires	62 000
sous total	62 000
Ouvrages en amont	
Rehaussement du seuil et passe a poisson	134 000
Remise en état de la prise d'eau	26 000
Ouvrages de raccordement en amont	34 000
sous total	194 000
Conduite	
Fourniture conduite	385 000
Fouille et pose	551 000
sous total	1 120 000
Centrale	
construction centrale	303 000
Second Œuvre	120 000
sous total	423 000
Divers et Imprévus	150 000
Honoraires ingénieurs	210 000
TOTAL	2 159 000

3. Total investissement

Désignation	Montant
Génie-civil	2 159 000
Electromécanique	866 000
Raccordement au réseau de la SNE	100 000
Cout total	3 125 000

XVII. PLAN D'EXPLOITATION:

1. Objectifs

- Construction de la Petite centrale hydroelectrique sur Itsibou.
- Raccordement au reseau SNE de Mossendjo.
- Assurer le transport d'electricite sur les localites environnantes de Mossendjo.
- Identification et réperatoire de l'ensemble des consommateurs potentiels concernes par le projet ITSIBOU.
- Assurer la connexion de l'ensemble des consommateurs au reseau de la COPEDM.
- Reduction des prix a l'avantage des populations rurales.

2. Tableau prévisionnel de l'exploitation en fonction du Nombre d'Abonnés

a. Petits consommateurs du courant à usage domestiques

Prix mensuel d'électricité : 8000 f cfa

Consommation par Localités	Consommation d'énergies estimées	Nombres d'abonnes estimes	Population
Mossendjo	1MGW	12 000	30 000
Makabana	500kW	6500	15 000
Mbinda	400KW	6500	16 000
Mayoko	350KW	4000	8 000
Moungoundou-sud	150kw	3000	7 000
YAYA	150KW	3000	7 000
Moutamba	100kW	3000	7 500
Moungoundou-Nord	100KW	3000	7 500
Perte d'énergie pendant le transport	300 KW		0
Reste d'énergie	400 KW		0
TOTAL	3,35	41 000	90 000

b. Grands Consommateurs d'électricité du grand Pole minier Congolais en phase de maturité et sociétés forestières

Consommateurs	Consommation d'énergies estimées	Total Energie	Localités
Exxaro	1MGW		Mayoko
Sino- Congo	1MGW		Mossendjo
Congo-Mining	1MGW		Mayoko
Alpha Minerals	300KW		Mayoko
African Minerals Company	300KW		Mayoko
ODS Mining	300KW		Mossendjo
Projet Bauxite	1MGW		Moungoundou-sud
Exa-Mining	250KW		Mossendjo
Taman	300KW		Mossendjo
SICOFOR	300KW		Mossendjo
ENEF	150KW		Mossendjo
Asia-Congo	150KW		Mayoko
Lacouver	150KW		Mayoko
Foralac	300KW		Makabana
Societe agricole Foramine	150KW	6,65MGW	Makabana

3. Revenus mensuels en fonction des consommateurs

a. Petits consommateurs du courant à usage domestiques

Consommation par Localités	Nombres d'abonnes estimes	Forfait mensuel	Revenus mensuels par localités en F cfa	Revenus en dollars us
Mossendjo	12 000	8 000	96 000 000	192000
Makabana	6500	8 000	52 000 000	104 000
Mbinda	6500	8 000	52 000 000	104 000
Mayoko	4000	8 000	32 000 000	64000
Moungoundou-sud	3000	5 000	15 000 000	30 000
YAYA	3000	5 000	15 000 000	30 000
Moutamba	3000	5 000	15 000 000	30 000
Moungoundou-Nord	3000	5 000	15 000 000	30 000
TOTAL	41 000		292 000 000	584 000

b. Grands Consommateurs

- 1KW= 150F CFA

Parite de change 1\$: 500f CFA

Consommateurs	Consommation d'énergies estimées	Total	Localités	Montant/jour	Total Mensuel en CFA	Total en dollars us
		Energie				
Exxaro	1MGW	6,65MGW	Mayoko	150 000	4 500 000	9000
Sino- Congo	1MGW		Mossendjo	150 000	4 500 000	9000
Congo-Mining	1MGW		Mayoko	150 000	1 500 000	3000
Alpha Minerals	300KW		Mayoko	45000	1 350 000	2700
African Minerals Company	300KW		Mayoko	45 000	1 350 000	2700
ODS Mining	300KW		Mossendjo	45 000	1 350 000	2700
Projet Bauxite	1MGW		Moungoundou-sud	150 000	4 500 000	9000
Exa-Mining	250KW		Mossendjo	37 500	1 125 000	2250
Taman	300KW		Mossendjo	45 000	1 350 000	2700
SICOFOR	300KW		Mossendjo	45 000	1 350 000	2700
ENEF	150KW		Mossendjo	22 500	675 000	1350
Asia-Congo	150KW		Mayoko	22 500	675 000	1350
Lacouver	150KW		Mayoko	22 500	675 000	1350
Foralac	300KW		Makabana	45 000	1 350 000	2700
Societe agricole Foramine	150KW		Makabana	22 500	675 000	1350
TOTAL				997 500	21 750 000	43 500

c. Total Revenus des Consommateurs du projet

Consommateurs	Montant en cfa	Montant en dollars us
Grands consommateurs	21 750 000	43 500
Petits consommateurs	292 000 000	584 000
Cout total	313 750 000	627 500

4. Analyse économique du débit 13.0 m³/s

Dans le tableau financier donné dans l'annexe, les honoraires d'ingénieurs sont répartis dans les postes de génie civil et d'électromécanique et sont par conséquent amortis sur la durée correspondante du poste.

Le taux de rendement interne est fourni pour trois périodes : la durée de la concession (50 ans), la durée d'amortissement la plus longue (15 ans) et au milieu de la période d'amortissement (5 ans.)

La valeur actuelle nette est calculée au terme de la concession.

Les calculs ont été réalisés en prenant l'hypothèse d'une annuité fixe.

Le coût de revient du kWh est déterminé en divisant la somme des frais annuels, (annuité et frais d'exploitation) par la production annuelle et a été réalisé en considérant une année standard (comprenant **30 000 US\$** de frais d'exploitation).

Les principaux résultats, exprimés en **milliers de US\$**, sont repris dans les tableaux ci-dessous:

Production annuelle [US\$]	7008 000
Frais généraux initiaux [US\$]	20 000
Génie civil [US\$]	2 185 000
Electromécanique [US\$]	866 000
Raccordement [US\$]	100 000

Frais annuels [US\$]	30 000
Droits de passage [US\$]	1 000
TRI 15 ans	3,4%
TRI 10 ans	3%
TRI 5 ans	1,5%
Temps de retour	12 ans
Taux d'actualisation	4,25%
Valeur Actuelle Nette (VAN) sur 15 ans	40 104 000

Résume du tableau financier correspondant à la nature géologique du terrain granitique

Investissement	3'125'000
Annuité	212'355
Frais généraux	1'000
Exploitation	30'000
Dépenses annuelles	243'355
Production [GWh]	1'825
Prix de revient du kWh [US\$]	13.3
Bénéfice annuel	48'645

Prix de revient du kWh et bénéfice annuel

5 . Analyse de sensibilité

L'analyse de sensibilité consiste à analyser la variation de rentabilité du projet lorsque l'on y applique des variations sur les hypothèses relatives à chacune des composantes de l'échéancier des flux de trésorerie.

Les variations de production sont estimées à partir des variations annuelles due à l'hydrologie et calculée pour les années 2000 a 2015. Celles-ci sont de l'ordre de $\pm 15\%$.

Les coûts des équipements électromécaniques sont donnés avec une plage de précision de $\pm 10\%$.

Le génie civil est un point dont les prix peuvent varier de manière importante.

De plus certaines conditions locales, qui ne peuvent être prises en considération dans le cadre actuel du projet, peuvent également faire varier les prix de manière significative.

Par exemple, si l'entreprise de construction a, en parallèle, un autre chantier lui donnant accès à des gravats, le prix de celui-ci ne sera plus de 100.-/m³ mais, peut-être de +/-20 m³.

Sans modifications majeures du projet et sans aléas géologiques, les prix fournis pour les travaux en rocher peuvent être considérés comme une fourchette supérieure. Les économies dues aux facteurs locaux peuvent être estimées à 10 à 15%.

La plage d'incertitude sur les prix GC en considérant les coûts en rocher peut donc être estimée à $\pm 10\%$. Les résultats de l'analyse sont donnés dans les tableaux 14 et 15 ci-dessous. Elles sont définies par :

- production de + / -15%
- prix de l'électromécanique de + / -10%
- prix du génie civil en rocher + / -10%

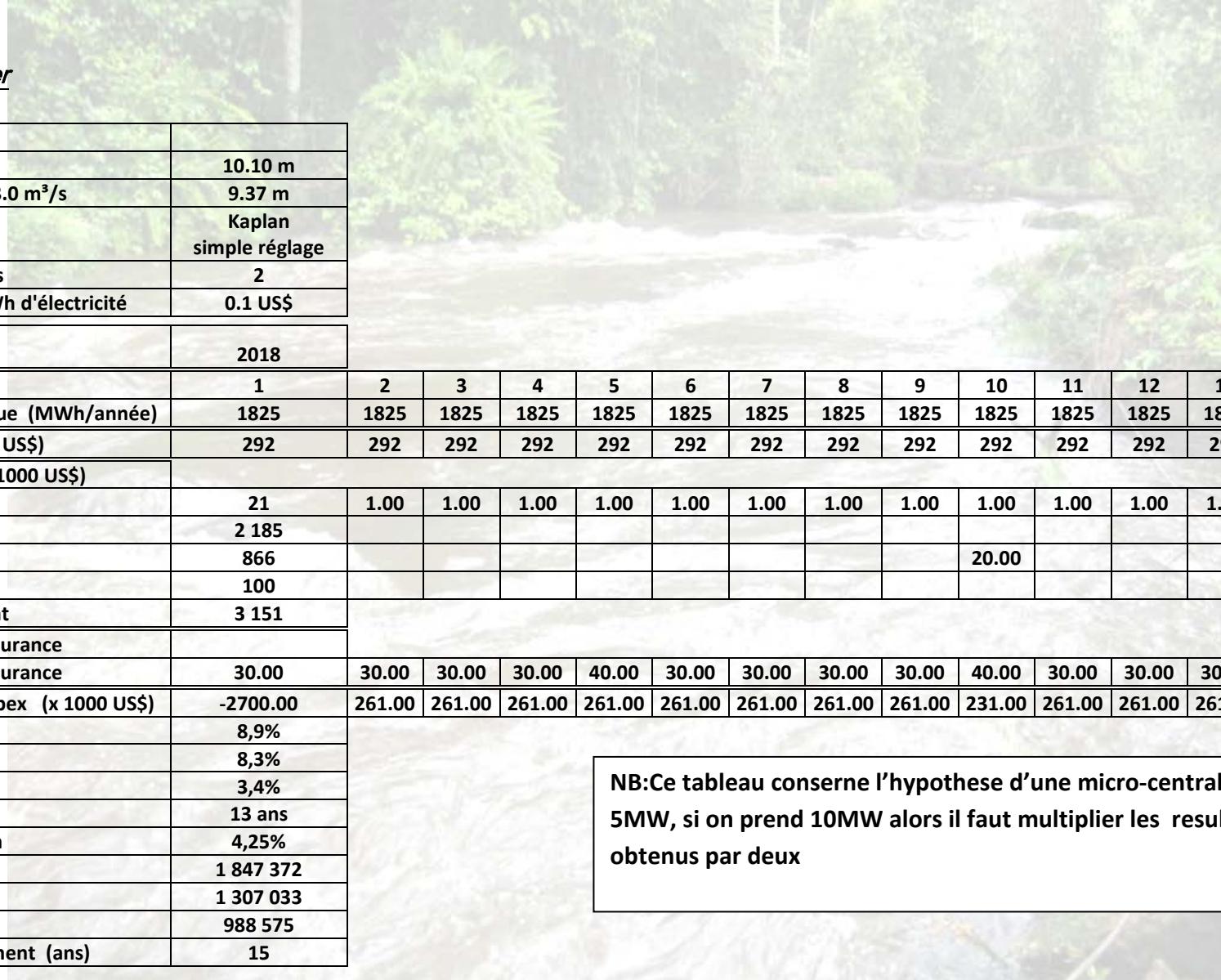
Tableau de l'évaluation économique

terrain rocheux	GC + Em fav.	GC + Em def.	Prod fav.	Prod def.	Tout fav.	Def. critique
Production annuelle	292	292	15% 336	-15% 248	15% 336	-10% 262
Génie Civil	-10% 1 943	10% 2 375	2156	2159	-10% 1 943	10% 2 375
Electromécanique	-10% 779	10% 953	866	866	-10% 779	10% 953
Raccordement	100	100	100	100	100	100
Frais annuels	31	31	31	31	31	31
TRI 15 ans	9.50%	7.40%	10.30%	6.50%	11.60%	6.70%
TRI 10 ans	9.00%	6.70%	9.80%	5.60%	11.20%	5.90%

TRI 5 ans	4.30%	1.10%	5.40%	-0.60%	7.30%	-0.10%
Temps de retour	11 ans	14 ans	11 ans	16 ans	10 ans	16 ans
Taux d'actualisation	4.25%	4.25%	4.25%	4.25%	4.25%	4.25%
VAN	2 302	1 451	2 578	905	2 869	969
Coefficient d'actualisation	6.75%	6.75%	6.75%	6.75%	6.75%	6.75%
Prix de revient du kWh						
Bénéfice annuel						



Résumé financier



Hypothèses:															
Dénivellation m	10.10 m														
Chute nette avec 13.0 m ³ /s	9.37 m														
Type de turbine	Kaplan simple réglage														
Nombre de turbines	2														
Prix de vente du kWh d'électricité	0.1 US\$														
Année	2018														
Année	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Production électrique (MWh/année)	1825	1825	1825	1825	1825	1825	1825	1825	1825	1825	1825	1825	1825	1825	1825
Production (x 1000 US\$)	292	292	292	292	292	292	292	292	292	292	292	292	292	292	292
Investissement (x 1000 US\$)															
Frais généraux	21	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Génie Civil	2 185														
Electromécanique	866										20.00				211.00
Raccordement	100														
Total Investissement	3 151														
Maintenance et Assurance															
Maintenance et Assurance	30.00	30.00	30.00	30.00	40.00	30.00	30.00	30.00	30.00	40.00	30.00	30.00	30.00	30.00	40.00
Revenus Capex - Opex (x 1000 US\$)	-2700.00	261.00	261.00	261.00	261.00	261.00	261.00	261.00	261.00	231.00	261.00	261.00	261.00	261.00	40.00
TRI 15 ans	8,9%	<p>NB:Ce tableau conserne l'hypothese d'une micro-centrale de 5MW, si on prend 10MW alors il faut multiplier les résultats obtenus par deux</p>													
TRI 10 ans	8,3%														
TRI 5 ans	3,4%														
Temps de retour	13 ans														
Taux d'actualisation	4,25%														
VAN 15 ans	1 847 372														
VAN 10 ans	1 307 033														
VAN 5 ans	988 575														
Durée d'amortissement (ans)	15														

Coefficient d'annuité	6,75%
Annuité fixe (x 1000 US\$)	199.94
Frais annuels	230.9
Prix de revient au kWh en cents	12,65
Bénéfice annuel (x 1000 US\$)	61,07

6. CONCLUSION GENERALE

Le Projet tel qu'étudié présente une rentabilité certaine, avec son débit de 13.0 m³ /s qui permet de maximiser la production.

Le coût global du projet s'élève à 3 125 000 US\$ en terrain granitique.

L'analyse réalisée ne tient pas compte des éventuels fonds propres à disposition pour le projet. Ceux-ci, diminuant l'annuité, permettront d'augmenter le bénéfice annuel.

L'analyse de sensibilité montre que la variable critique est la production annuelle.

Celle-ci dépend essentiellement de l'hydrologie et du rendement des turbines.

La première s'équilibre naturellement au fil des ans, les années pluvieuses compensant les années sèches.

L'unique cause pouvant provoquer une diminution de longue durée des débits disponibles serait un prélèvement d'eau en amont du seuil. Toutefois un tel prélèvement est fortement improbable.

Le second point, qui est le rendement des turbines, met en évidence l'importance d'avoir des garanties de rendement fiables.

Une optimisation de la conduite peut être réalisée afin d'exploiter la possibilité d'imbriquer des tubes les uns dans les autres et d'employer des tubes de grande longueur pour diminuer les coûts de transport.

3. Exploitation

L'exploitation de l'Electricite

- Construction de la Petite Centrale Hydroelectrique d'Itreibou
- Raccordement de l'Usine au reseau de la SNE
- Construction des locaux de la Copedem
- Identification et repertoire des clients dans un fichier bien etabli au moins pour la Commune de Mossendjo

Transport et Distribution de l'Electricite dans les autres districts

- Traçage des layons pour l'installation des Pilonnes
- Construction des Pilonnes et installation des transformateurs pour le transport et la distribution de l'electricite.
- Construction des locaux et sieges dans les centres concernés
- Raccordement aux differents reseaux de la SNE dans les localites.
- Alimentation du jus electrique dans le reseau de distribution

3.1. Exploitation (reseau de distribution electrique)

Ressources humaines

- Un ingenieur en electricite , chef du reseau
- Deux chauffeurs des voitures 4X4 (hilux)
- Deux techniciens pour la maintenance du reseau

3.2. Exploitation (équipement)



XVIII. USINE DE PRODUCTION D'ELECTRICITE

Ressources humaines

- Un ingénieur en électromécanique
- Un ingénieur en maintenance industrielle
- 02 Opérateurs
- Deux manœuvres
- Trois sentinelles

XIX. SERVICE COMMERCIAL ET PLANIFICATION

Ressources humaines

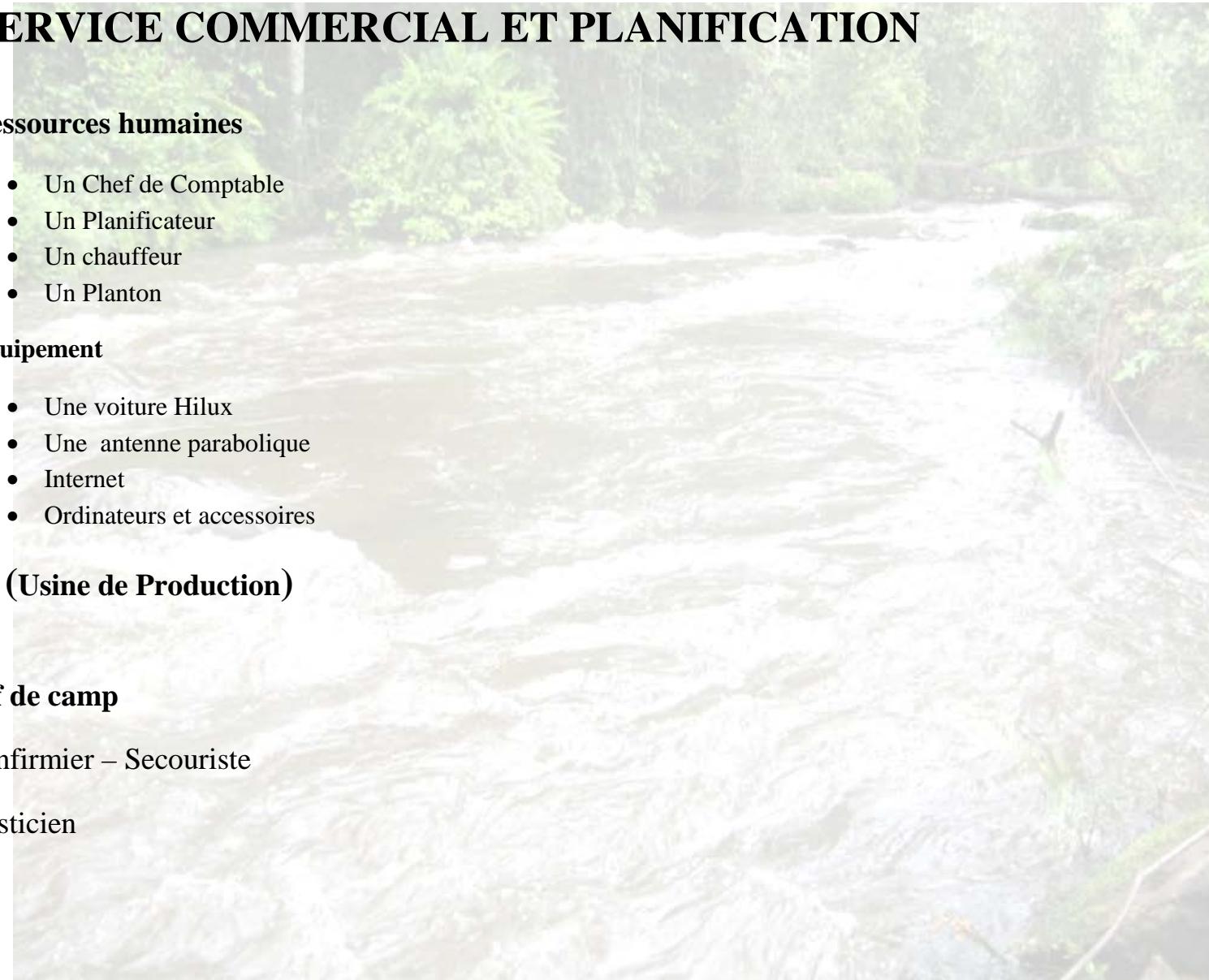
- Un Chef de Comptable
- Un Planificateur
- Un chauffeur
- Un Planton

Equipement

- Une voiture Hilux
- Une antenne parabolique
- Internet
- Ordinateurs et accessoires

CAMP (Usine de Production)

- **Chef de camp**
- Un Infirmier – Secouriste
- Logisticien



XX. BUDGET CONSOLIDE (Couts mensuels du personnel)

Désignation	Personnes	Units p/mois		Personnel p/mois	
		XAF	USD	XAF	USD
Direction					
Direction générale (honoraire)	1	3 000 000	6 102	3 000 000	6 102
Direction technique (honoraire)	1	2 000 000	4 068	2 500 000	5 085
Total				5 500 000	11 188
Camp					
Chauffeur mecanicien	1	250 000	509	250 000	509
Sentinelles	3	100 000	203	300 000	610
Chef de camp	1	400 000	814	400 000	814
Infirmière	1	150 000	305	150 000	305
Logisticien	1	400 000	814	400 000	814
Total Camp			-	1 820 000	3 702
EXPLOITATION, reseau THT					
Ingénieur en électricité, coordinateur	1	1 250 000	2 543	1 250 000	2 543
Electricien THT	1	250 000	509	250 000	509
Manœuvres	3	150 000	305	450 000	915
Chasseurs (locale et stratégique)	2	200 000	407	400 000	814
			-	2 750 000	5 594
Environnement					
Responsable environnement	1	800 000	1 627	800 000	1 627
Manœuvres	1	150 000	305	150 000	315
Sub-total			-	1 250 000	2 543
Total			-	4 000 000	8 137
Exploitation et commercialisation					
Chef comptable	1	450 000			



	Manœuvres	2	150 000	305	300 000	610	
	Total exploitation			-		9 764	
	Usine						
	Ingénieur en électrotechnique						
	Ingenieur en maintenance industrielle	1	1 250 000	2 543	1 250 000	2 543	
	Opérateur	4	250 000	509	1 000 000	2 034	
	Manœuvres	2	150 000	305	300 000	610	
	Total usine			-	3 850 000	7 831	
	Total	118			22 930 000	46 643	

