

**Assistance technique pour une étude sur la
conversion de la biomasse forestière en énergie**
[Contrat No: 3000080064].

Résultat 3.3 Livrable :

Rapport sur les projets pilotes identifiés pour chaque
secteur, y compris le budget, la conception du site, la
logistique et les fournisseurs de biomasse.



Table des matières

1. INTRODUCTION	ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.
2. PROJETS PILOTES	7
2.1 CAMEROUN -PRODUCTION D'ÉLECTRICITÉ À PARTIR DE DÉCHETS DE BOIS À DJOUM, RÉGION SUD DU CAMEROUN	7
2.1.1 Description du projet pilote et de son emplacement	7
2.1.2 Justification des valeurs plus larges que les projets pilotes devraient apporter.	8
2.1.3 Brève description de l'emplacement du projet et des avantages pour la communauté	9
2.1.4 Genre, environnement et autres facteurs	10
2.1.5 Analyse économique et financière	10
2.2 CONGO - PROJET CONGO CARBO INDUSTRY (CCI) BASÉ SUR DES INVESTISSEMENTS DANS LA PRODUCTION INDUSTRIELLE DE CHARBON DE BOIS EN RÉPUBLIQUE DU CONGO	12
2.2.1 Description du projet pilote et de son emplacement	12
2.2.2 Brève description de la localisation du projet et des bénéficiaires	13
2.2.3 Genre, environnement et autres facteurs	15
2.2.4 Analyse économique et financière	16
2.3 RÉPUBLIQUE DÉMOCRATIQUE DU CONGO (RDC) - SOLUTIONS DURABLES POUR LA CUISSON AU BOIS DE CHAUFFAGE ET LA MICROGAZÉIFICATION POUR LES MÉNAGES RURAUX ET URBAINS	17
2.3.1 Description du projet pilote et de son emplacement	17
2.3.2 Justification des valeurs plus larges que les projets pilotes devraient apporter.	19
2.3.3 Brève description de la localisation du projet et des bénéficiaires	19
2.3.4 Genre, environnement et autres facteurs	21
2.3.5 Analyse économique et financière du projet pilote	21
2.4 BURUNDI - SOLUTIONS DE CUISSON BIOÉNERGÉTIQUES DURABLES POUR LES MÉNAGES RURAUX ET URBAINS DE LA PROVINCE DE BUJUMBURA GRÂCE À LA PRODUCTION ET À LA DISTRIBUTION DE FOYERS À GRANULÉS SEMI-CARBONÉS ET DE GRANULÉS DE BOIS.	22
2.4.1 Description du projet pilote et de son emplacement	22
2.4.2 Brève description de la localisation du projet et des bénéficiaires	23
2.4.3 Genre, environnement et autres facteurs	25
2.4.4 Analyse économique et financière du projet pilote	25
2.5 BURKINA FASO - TRANSFORMATION DES COQUES DE NOIX DE CAJOU EN ÉNERGIE ÉLECTRIQUE À BOBO-DIOULASSO	26
2.5.1 A. Description du projet pilote et de son emplacement	26
2.5.2 Brève description de la localisation du projet et des bénéficiaires	27
2.5.3 Genre, environnement et autres facteurs	29
2.5.4 Analyse économique et financière	29
2.6 COTE D'IVOIRE- TRANSFORMATION DES DÉCHETS DE CABOSSES DE CACAO EN BIOCARBURANT	29
2.6.1 Description du projet pilote et de son emplacement	29
2.6.2 Brève description de la localisation du projet et des bénéficiaires	31
LES CONSOMMATEURS CIBLES SONT	33

2.6.3	<i>Genre, environnement et autres facteurs</i>	33
2.6.4	<i>Analyse économique et financière</i>	33
2.7	MALI - TRANSFORMATION DU BEURRE DE KARITÉ EN CARBURANT À BAMAKO	37
2.7.1	<i>Description du projet pilote et de son emplacement</i>	37
2.7.2	<i>Justification des projets pilotes</i>	38
2.7.3	<i>Brève description de la localisation du projet et des bénéficiaires</i>	39
2.7.4	<i>Genre, environnement et autres facteurs</i>	40
2.8	ANALYSE ÉCONOMIQUE ET FINANCIÈRE	41
2.9	CONCLUSION ET RECOMMANDATIONS	40
ANNEXE I		41
3	RÉFÉRENCES	42

Liste des figures

Figure 1 : Carte de l'Afrique avec le Cameroun en encadré	7
Figure 2 : Localisation de Djoum	9
Figure 3 : Technologie de récupération de l'énergie de la biomasse	10
Figure 4 : Couverture forestière de la République du Congo	13
Figure 5 : Localisation de la municipalité de Kouilou	14
Figure 6 : La République démocratique du Congo	18
Figure 7 : Localisation de Kinshasha en RDC	20
Figure 8 : Localisation de la communauté de Bobo-Dioulasso	28
Figure 9 : Carte de l'Afrique montrant la Côte d'Ivoire	30
Figure 10 : Localisation de la communauté d'Adzope en Côte d'Ivoire	32
Figure 11 : Carte de l'Afrique de l'Ouest avec le Mali en encadré	37
Figure 12 : Localisation de la communauté de Banankoro	39
Figure 13 : Localisation des projets pilotes de bioénergie en Afrique	42

Liste des tableaux

Tableau 1 : biomasse forestière clé et processus de conversion clés dans les pays participants	6
Tableau 2 : Sélection d'indicateurs macroéconomiques et sociaux 2	7

Tableau 3 : Simulation économique et financière basée sur les schémas de financement des projets de biomasse SIFD/DJOUM	11
Tableau 4 : Indicateurs quantitatifs pour les CCI sur une période de huit ans	Error! Bookmark not defined.
Tableau 5 : Analyse coûts/bénéfices pour une production de 480 tonnes de pellets par mois	22
Tableau 6 : Analyse coûts/bénéfices pour une production de 240 tonnes de pellets par mois	25
Tableau 7 : Carte de l'Afrique montrant le Burkina Faso	26
Tableau 8 : Indicateurs macroéconomiques et sociaux	27
Tableau 9 : Indicateurs macroéconomiques et sociaux	30
Tableau 10 : Test de presse motorisé	33
Tableau 11 : Investissements	34
Tableau 12 : Production théorique maximale (7,5 t par mois) vendue en totalité	35
Tableau 13 : Ventes et bénéfices des biocarburants	35
Tableau 14 : Analyse économique de la production maximale théorique (7,5 t par mois) vendue en totalité	36
Tableau 16 : Indicateurs macro-économiques et sociaux	37

Liste des abréviations et des acronymes

Abréviation	Nom
ACP	Association des producteurs de charbon de bois
BAD	Banque Africaine de Développement
ALUCAM	Aluminium du Cameroun
APFNP	Association des propriétaires de forêts naturelles et de plantations Affery
BAU	Les affaires habituelles
CCI	Congo Carbo Industrie
CF	Franc congolais
CH4	Méthane
CME	Entreprises de fabrication de charbon de bois
CNSL	Liquide de coque de noix de cajou
CO2	Oxyde de carbone (IV)
CRD	Période de rendement du capital

RDC	République Démocratique du Congo
FAO	Organisation des Nations unies pour l'alimentation et l'agriculture
FCFA	Franc de la communauté d'Afrique centrale
PIB	Produit intérieur brut
GES	Gaz à effet de serre
GMDR	Le four à rétorsion de Green Mad
RNB	Revenu national brut
ICRAF	Centre international pour la recherche en agroforesterie
FMI	Fonds monétaire international
IRR	Taux de rendement international
MINEF	Ministère des Eaux et Forêts
MJ	Mégajoules
MW	Mégawatt
NPV	Valeur actuelle nette
PEF	Concessionnaire du périmètre de l'opération forestière
PPP	Partenariat public-privé
PSD	Distribution soutenue par le public
PSI	Subventions publiques à l'investissement
RIS	<i>Réseau Interconnecté Sud</i>
SDG	Objectifs de développement durable
SIFD	Simulation économique et financière en fonction des schémas de financement
PME	Petites et moyennes entreprises
ONUDI	Organisation des Nations unies pour le développement industriel
UNIFEM	Fonds de développement des Nations unies pour la femme
USD	Dollar des États-Unis
UEMOA	Union économique et monétaire ouest-africaine
XFA	Franc CFA d'Afrique centrale

1. Introduction

Ce résultat 3.3 est le dernier des trois résultats attendus au titre du résultat 3. Le rapport doit être lu conjointement avec les résultats 3.1 et 3.2. L'objectif de ce résultat est d'identifier des projets pilotes axés sur l'utilisation de la biomasse forestière et agricole pour la production d'énergie en Afrique, qui peuvent créer des emplois, mais aussi réduire à la fois la pollution et la dépendance aux combustibles fossiles. L'augmentation de l'utilisation de la biomasse est l'un des principaux objectifs de la politique énergétique au niveau national et régional dans divers pays africains.

Les projets sont principalement axés sur les sources durables de biomasse, telles que les déchets de bois provenant de l'exploitation forestière et de l'industrie avec divers moyens de conversion. Cette contribution se concentrera sur les deux filières qui ont actuellement les applications les plus importantes au niveau africain : la combustion directe et la conversion en biogaz. Dans ce livrable, sept pays différents représentent globalement la situation au niveau africain (voir annexe xy). Le tableau ci-dessous présente les principales biomasses forestières et les principaux processus de conversion des pays.

Tableau 1: biomasse forestière clé et processus de conversion clés dans les pays participants

Pays	Principaux déchets forestiers / déchets de biomasse agroforestière d'intérêt	Principal processus de conversion
Cameroun	Résidus de bois	Combustion directe
Congo	Résidus de bois	Combustion directe
République démocratique du Congo	Résidus de bois	Combustion directe
Burundi	Résidus de bois	Combustion directe
Côte d'Ivoire	Les cosse de cacao	Production de biogaz
Burkina Faso	Coques de cajou/enveloppes de beurre de karité	Combustion directe
Mali	Beurre de karité	Production du biogaz

L'importance originale de cette approche est d'identifier les projets en cours de développement qui influencent positivement le développement régional et économique. Cela permettra de comparer les différentes réussites afin d'évaluer les critères clés importants concernant le succès de la bioénergie qui apportera des effets positifs pour les différentes régions. Le plan de travail pour chacun de ces projets sera développé dans le livrable 4 pour lequel une collecte de données sur le terrain sera effectuée.

2. Projets pilotes

2.1 CAMEROUN - Production d'électricité à partir de déchets de bois à Djoum, région sud du Cameroun

2.1.1 Description du projet pilote et de son emplacement

Les 22 millions d'hectares (ha) de forêts tropicales du Cameroun sont un élément vital de l'écosystème forestier du bassin du Congo. Ces forêts fournissent une source importante de revenus, d'emplois, de moyens de subsistance, de services écosystémiques et d'habitat pour plus de 9 000 espèces végétales, 910 espèces d'oiseaux et 320 espèces de mammifères. Selon l'ICRAF, le secteur a encore un fort potentiel pour transformer la vie de millions de communautés tributaires des forêts et d'autres voisines. Cependant, l'accès limité au financement a affecté le secteur, en particulier les forêts communautaires.



Figure 1: Carte de l'Afrique avec le Cameroun en médaillon

Source : (FMI, 2018)

Tableau 2: Sélection d'indicateurs macroéconomiques et sociaux 2

Population	23,4 millions (50,05% d'hommes/49,95% de femmes)
Population urbaine	55% du total
PIB	32,2 milliards de dollars
Taux de croissance du PIB	3.4% (2017)
RNB par habitant	1400 USD
Taux de chômage	4.25% (2017)
Taux de pauvreté	37.5% (2014)
Urbain	9%
Rural	57%
Monnaie	Cfa Franc d'Afrique centrale (XAF)

Langue officielle	Français, anglais
Ressources naturelles	Hydrocarbures (pétrole brut et produits pétroliers) ; produits agricoles (cacao, café, coton) ; minerais (aluminium)

Source : (Banque Mondiale, 2020)

La Région sud offre une situation idéale pour la construction d'une unité de cogénération. C'est l'une des dix régions du Cameroun qui s'étend sur la partie sud et Nord du pays, frontalière de trois pays d'Afrique Centrale: la Guinée Equatoriale, le Gabon et la République du Congo. Il est bordé au Nord-Ouest par la région Littorale, au Nord par la région du Centre et à l'Est par la région de l'Est.

Elle a un front de mer sur le golfe de Guinée, qui occupe tout son flanc Ouest.

La région Sud compte 749 552 habitants sur une superficie de 47 191 km² et donc 22 habitants par km². Elle est composée de plusieurs groupes ethniques : Boulou, Bassa, Bané, Ntoumou, Ewondo, Batanga, Fang, Mabéa, Yassa, Mvaé, Ngoumba Et Pygmées. La chasse et l'agriculture sont leurs principales activités.

La région du Sud a une superficie boisée d'environ 12 502 150 ha. Sa richesse en ressource forestière attire de nombreux investisseurs. C'est l'une des régions où les activités forestières sont plus concentrées. On y dénombre environ 39 unités de transformation du bois. Le processus de transformation du bois dans cette ville génère différents types de déchets. On note la sciure, l'écorce, des noyaux / noyaux d'épluchage, les dosses, des copeaux, les défauts de cœur, et bien d'autres, Le manioc, le taro, les rhizomes comestibles (macabo, taro, etc.), le café, l'huile de palme, le plantain sont les principaux produits agricoles de la région sud. Plusieurs déchets proviennent de leur récolte. Tous ces déchets constituent un potentiel, donc l'exploitation permettra à la population du Sud de limiter l'extraction du bois pour les besoins énergétiques de base.

Au Cameroun, il y a un certain nombre de lois régissant le secteur de forêt. Il s'agit de la loi n°94/01 du 20 janvier 1994 portant régime des forêts de la faune et de la pêche et la loi n°96/12 du 05 août 1996 portant loi-cadre relative à la gestion de l'environnement. Le secteur forestier au Cameroun de manière constante représenté 6% du PIB du Cameroun entre 2016 et 2017.

Entre 1990 et 2010, le taux de déforestation tournait autour de 0.6%. Après avec les projets de boisement et reboisement, le renforcement de la lutte contre les coupes bois non autorisés, on a constaté une baisse du taux de reboisement qui est passé à 0.14%. La population du Cameroun et celle de la population du Sud ne cesse de croître avec une augmentation de 2.6% chaque année. L'augmentation de la population entraîne une augmentation des ménages et des PME et par conséquent une augmentation de la demande en énergie. Ainsi, les populations pour des raisons économiques font recourt au bois et au charbon de bois pour des besoins de base énergétiques.

La mise en œuvre d'une unité de cogénération dans la région augmenterait l'accès à l'énergie et une réduction de la pression sur les ressources naturelles.

2.1.2 Justification des valeurs plus larges que les projets pilotes devraient apporter.

Malgré le réseau interconnecté du Sud (RIS), qui alimente les régions du Centre, du Sud, du Littoral, du Sud-Ouest, du Nord-Ouest et de l'Ouest, le taux d'accès à l'électricité est toujours faible dans la région du Sud. L'une des raisons peut être la présence de l'industrie minière énergivore ALUCAM, située dans la région côtière et reliée au RIS. Il serait important de trouver une alternative pour accroître l'accès à

l'énergie dans les zones rurales du Sud. La production décentralisée d'énergie est l'option prioritaire et avantageuse à mettre en œuvre pour accroître l'accès à l'énergie dans les zones hors réseau. Ainsi, l'exploitation durable et écologique du potentiel de rebus du bois de cette région est une alternative à la production d'électricité décentralisée.

2.1.3 Brève description de l'emplacement du projet et des avantages pour la communauté



Figure 2: Localisation de Djoum

Djoum est une ville située dans la partie Sud du Cameroun. Administrativement, la municipalité forme un district appartenant au département de Dja-et-Lobo. La ville de Djoum est située sur la route nationale N9 à 108 km à l'Est de la capitale Sangmélina. La commune est située dans l'écorégion de la forêt tropicale du bassin occidental du Congo. La ville de Djoum est un centre forestier, ce qui explique la présence de plusieurs entreprises forestières à des dizaines de kilomètres du centre-ville. Les espèces exotiques telles que Sipo, Sapelli, Okan, Frake, Dibetou et Iroko sont les plus exploitées.

Comme il est mentionné dans le rapport décentralisé de la production d'électricité, 25 sites de production d'électricité alimentées par la biomasse ont été identifiés dans la région du Sud.

Parmi ces sites, la localité de Djoum a été sélectionnée. C'est dans ce contexte que l'exploitant forestier Rougier, qui opère dans la ville depuis plusieurs années, a lancé un projet de production d'électricité en utilisant les déchets de bois issus de son industrie de bois.

Dans les unités de cogénération, la production de l'électricité et de chaleur se fait par un processus de combustion de la matière organique. La combustion se déroulant au niveau de la chaudière dégage de la chaleur qui permet de faire tourner les turbines qui produisent à leur tour l'électricité. Ce projet de Rougier devait avoir une capacité de 2,137 MW d'électricité et 4,227 MWth de chaleur. Les besoins énergétiques de la scierie étaient estimés 1 MW d'électricité et 1,5 MWth de chaleur. Le potentiel de rebus de bois nécessaire pour la production de cette électricité et de cette chaleur a été estimé à 27 577 tonnes. L'excès d'électricité et de chaleur devait être utilisé pour alimenter les ménages et les PME de la ville. Cette étude d'assistance technique devra passer en revue ce projet tout en mettant l'accent sur les difficultés et les limites dans les aspects techniques, socio-culturels, financiers, politiques qui ont empêché le promoteur Rougier de poursuivre et de finaliser son initiative.

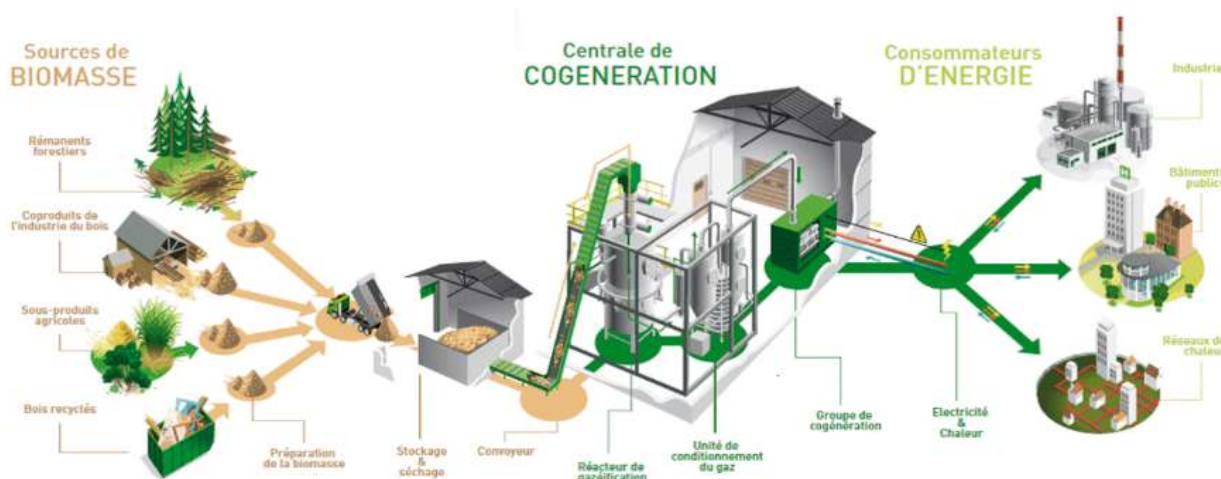


Figure 3: Technologie de récupération de l'énergie de la biomasse

2.1.4 Genre, environnement et autres facteurs

Le genre. Les situations de genre au Cameroun varient selon les régions, les groupes ethniques ou les religions, il y a une valeur persistante de la division du travail entre les sexes dans laquelle les hommes assument les rôles productifs et publics et les femmes les rôles reproductifs et domestiques. La majorité des habitants de la zone forestière du Cameroun dépendent directement ou indirectement de la forêt pour leur subsistance ainsi que des plantes médicinales et des ressources forestières communes pour répondre aux besoins essentiels. Cependant, il existe des différences entre les sexes dans la manière dont les hommes et les femmes se rapportent aux forêts et aux ressources forestières. Les femmes ont très peu de droits sur les arbres, bien qu'elles soient les principales utilisatrices des produits de l'arbre. Cela est principalement dû aux relations de genre existantes. Les hommes ont le pouvoir sur les droits d'accès aux arbres et prennent toutes les décisions concernant la gestion des arbres dans les parcs et les savanes. La division du travail entre les sexes est telle que les femmes ne participent pas à la gestion des arbres.

Environnement. Le Cameroun est l'Afrique en miniature en ce qui concerne la biodiversité et a fourni pendant de nombreuses années des variétés de produits utiles aux populations locales. Ces utilisations vont des aliments, des médicaments, des abris, des activités culturelles aux activités économiques. Toutes les classes d'espèces végétales et animales entrent dans la fourchette de choix des divers groupes

d'utilisateurs. Par exemple, la plupart des habitants des communautés forestières dépendent largement des espèces végétales et animales sauvages pour leur subsistance. Les forêts tropicales du Cameroun couvrent environ 46% du territoire national et représentent 11% de la superficie forestière du bassin du Congo. Le Cameroun est aux prises avec les effets néfastes du changement climatique et avec une pression croissante sur les forêts. Les facteurs directs de déforestation au Cameroun comprennent l'agriculture sur brûlis, les feux de brousse, le développement des infrastructures, l'exploitation minière et l'exploitation illégale du bois de feu. La déforestation commence à avoir un impact environnemental significatif dans certaines parties du pays. Dans le nord, la déforestation a été accusée d'augmenter l'érosion des sols, la désertification et la qualité réduite des pâturages. La chasse excessive et la surpêche sont un problème ailleurs au Cameroun.

2.1.5 Analyse économique et financière

Les trois principaux indicateurs permettant d'évaluer la rentabilité définitive d'un projet sont :

1. La Valeur Actualisée Nette (VAN) ou flux de trésorerie actualisé représentant l'enrichissement supplémentaire d'un investissement par rapport au minimum exigé par les apporteurs de capitaux, dont une valeur positive traduit la rentabilité du projet;
2. Le Taux de Rentabilité Interne (TRI), ou taux d'actualisation pour lequel la VAN est nulle, et qui indique que le projet est rentable si le taux calculé est supérieur au taux d'actualisation requis par l'investisseur ;
3. Le temps de retour sur investissement (délai de récupération des capitaux – DRC), qui définit la durée au bout de laquelle l'investisseur recouvre le montant total des capitaux propres investis.

Simulation économique et financière en fonction des schémas de financement				
	Taux d'actualisation : 10%	Taux d'inflation : 3%	Impôt sur les sociétés : 38,5%	
SCENARIOS	1 - Business as usual (BAU)	2 - Subvention publique et prêts concessionnels (SPI)	3 - Prise en charge publique de la distribution et prêts concessionnels sur la production (PPD)	4 - Scénario 3 + prise de participation publique dans la production (PPP)
	SBV: 0% FP: 30% EDT: 70% Taux de l'emprunt : 11%	SBV: 70% FP: 10% EDT: 20% Taux de l'emprunt : 6%	SBV : 100% Distribution Production : 100% secteur privé dont : • FP : 30% • EDT : 70% Taux de l'emprunt : 6%	SBV : 100% Distribution Production : 67% secteur privé dont : • FP : 30% • EDT : 70% 33% secteur public dont : • SBV : 70% • EDT : 30% Taux des emprunts : 6%
Simulation Economique et Financière du projet Tarif de rachat du KWh (BAU) constant				
Investissement initial	4,87 milliards	4,87 milliards	4,87 milliards	4,87 milliards
Fonds propres (FCFA)	1,5 milliards	0,5 milliard	0,81 milliard	0,54 milliard
Tarif de rachat du KWh (90%)	50 FCFA	50 FCFA	50 FCFA	50 FCFA
Temps de retour sur FP	15 ans	1 an	<3 ans	<2 ans
Taux de rentabilité interne sur FP	4,56%	74,78%	30,79%	56,4%
Simulation Economique et Financière du projet Temps de retour sur FP (BAU) constant				
Tarif de rachat du KWh (90%)	50 FCFA	18 FCFA	28 FCFA	23 FCFA
Temps de retour sur FP	15 ans	15 ans	15 ans	15 ans
Taux de rentabilité interne sur FP	4,56 %	4,67 %	4,54 %	4,79 %

Tableau 3: Simulation économique et financière basée sur les schémas de financement des projets de biomasse SIFD/DJOUM

SBV : Subvention FP : Fonds propre EDT : Dette :

Pour cette analyse quatre scénarios sont envisagés :

- Scenario 1: Business As Usual (BAU): Emprunt à 70% du coût d'investissement auprès d'une banque commerciale, au taux de 11% l'an; fonds propres à hauteur de 30%.
- Scenario 2: Subvention Publique sur Investissement (SPI): Subvention à hauteur de 70%, emprunt de 20% au taux de 6% l'an, et fonds propres à hauteur de 10%.
- Scenario 3: Prise en charge Publique de la Distribution (PPD): Subvention sur la distribution à 100%; emprunt sur la production à hauteur de 70% au taux de 6% l'an; fonds propres à hauteur de 30% sur la production.
- Scenario 4: Partenariat Public Privé (PPP) - Economie mixte • Distribution: subvention à 100%; • Production: • 67% secteur privé (70% endettement et 30% fonds propres) • 33% secteur public (70% subvention et 30% endettement) • Emprunts publics et privés au taux de 6% l'an.

2.2 CONGO - Projet Congo Carbo Industry (CCI) basé sur des investissements dans la production industrielle de charbon de bois en République du Congo

2.2.1 Description du projet pilote et lieu

Le pays offre la situation idéale pour un tel projet car il est à la pointe des tendances régionales: Le Congo a le taux d'urbanisation le plus élevé (65,7%) de n'importe quel pays d'Afrique subsaharienne (Banque mondiale 2018) et environ 85% de la population congolaise brûle du bois ou du charbon de bois pour satisfaire les besoins énergétiques de base, la demande de charbon de bois étant particulièrement élevée dans les villes. Sur une population totale de 5,13 millions d'habitants du Congo, environ 3,4 millions de personnes vivent en milieu urbain centres, dont la grande majorité ne vit que dans quatre villes : Pointe-Noire, Brazzaville, Dolisie et Nkayi.

Il existe un certain nombre de lois relatives au bois énergie au Congo. Il s'agit entre autre des lois sur la protection de l'environnement (n° 003/91, 23 Avril 1991); la gestion des forêts et la durabilité écologique, sociale et économique (n° 16/2000, 20 novembre 2000); sur le régime foncier (n° 17/2000, 31 décembre 2000); sur l'étendue du domaine public (n° 10/2004, 24 mars 2004); sur les peuples autochtones et la reconnaissance de la tenure et des droits (n° 5/2011, 25 février 2011).

Le secteur forestier représente environ 5% du PIB et des recettes d'exportation du pays (**Moise 2014**) en raison de l'extraction du bois. En 2017, les forêts couvraient environ 223 300 km² (65%) de la superficie du pays (figure 1). La superficie forestière a diminué à un rythme relativement lent au Congo par rapport aux autres pays tropicaux, environ 0,1% par an depuis 1990, lorsque le pays avait 227 300 km² de forêts. Les informations sur l'étendue de la dégradation des forêts, un problème courant avec l'extraction du bois de feu, ne sont pas disponibles.

La population urbaine continue de croître, augmentant de 3,2% en 2016. La demande de charbon de bois est actuellement d'environ 150 000 tonnes par an, vendue entre 160 et 250 FCFC (environ 0,29–0,45 USD) par kg selon l'emplacement. Étant donné que le Congo a un couvert forestier important (**Figure 4**) et une population relativement faible par rapport à sa masse terrestre, un secteur industriel du charbon de bois

[illegible]

Le secteur forestier représente environ 5 % du PIB et des recettes d'exportation du pays (Moses, 2014). La plupart des revenus proviennent de l'extraction du bois. En 2017, les forêts couvraient environ 223 300 km² (65%) de la superficie du pays (Figure 4). La superficie forestière a diminué à un rythme relativement lent au Congo par rapport aux autres pays tropicaux, soit environ 0,1 % par an depuis 1990, année où le pays comptait 227 300 km² de forêts. Les données sur l'étendue de la dégradation des forêts, un problème commun à l'extraction de bois de chauffage, ne sont pas disponibles.

Le projet CCI envisage de développer une opération de production et de distribution de charbon de bois à l'échelle industrielle. Le projet s'approvisionnerait en bois dans les plantations d'eucalyptus existants et nouvellement plantés et d'autres espèces à croissance rapide. Les technologies de production améliorées comprendront des fours à briques, une usine de carbonisation et le développement d'une capacité de briquetage de charbon de bois, ce qui améliorera l'efficacité de carbonisation et échelle de production. La CCI produira du charbon de bois à grande échelle et avec des procédés industriels. Elle utilisera de nouvelles technologies de carbonisation pour améliorer la qualité et augmenter la quantité de charbon de bois. Les fours avancés augmenteront l'efficacité de la carbonisation, la doublant par rapport aux fours à monticules traditionnels et aux fours non améliorés couramment utilisés au Congo aujourd'hui. Les trois

technologies que CCI utilisera, dont aucune n'est actuellement utilisée au Congo sont les suivantes : les fours industriels à cornue utilisant le procédé CML, le GMDR et les briquettes de charbon.



Figure 6: Localisation de la municipalité de Kouilou

- **The Green Mad Retort Kiln (GMDR)** (*four à cornue Green Mad*) est un four à cornue semi-industriel en brique. Il a été initialement développé à Madagascar pour produire du charbon de bois à partir de bois d'eucalyptus récolté dans les plantations locales - le même usage que celui proposé par le projet CCI.
- **CML process with Industrial Retort Kiln** (Processus CML avec four à cornue industrielle). Les installations de production industrielle utilisant le procédé CML sont constituées d'une unité standardisée comprenant 4 ou 12 fours à cornues cylindriques qui sont tous reliés entre eux à un four de post-combustion avant la cheminée. Il utilise la chaleur produite par la combustion des gaz de pyrolyse à des fins de séchage (par exemple, du bois de feu) ou pour produire de l'électricité. L'unité CML permet la carbonisation de tous les types de bois, y compris les feuillus et résineux, offrant une flexibilité significative dans le bois. L'efficacité de carbonisation (en rendement et en productivité) est directement liée à la qualité et aux caractéristiques de la matière première utilisée (granulométrie, humidité, propreté, etc.). Le charbon de bois est produit dans des cornues cylindriques équipées d'un couvercle en haut et d'une trappe de décharge dans la base.
- Les briquettes de charbon de bois (charbriquettes). La plupart des usines dans le monde produisent des charbriquettes par compactage de matériaux carbonisés. Cette approche convient aux pays en développement car les coûts d'investissement sont relativement faibles et les briquettes peuvent être fabriquées avec des matériaux recyclés, souvent gaspillés. Le principal

défi avec les charbriquettes est de maintenir les coûts aussi bas que possible, car sur le marché, ils sont en concurrence avec le charbon de bois, qui est bon marché. Peu d'entreprises prospères produisant des charbriquettes renouvelables ont vu le jour.

Le projet est conçu pour combiner une usine de carbonisation centralisée (CML) et des fours décentralisés (GMDR) afin d'utiliser les deux outils de manière complémentaire pour maximiser la production.

2.2.3 Genre, environnement et autres facteurs

Genre. Les femmes sont généralement des acteurs marginaux de la chaîne d'approvisionnement en charbon de bois congolais, selon les informateurs clés interrogés. Traditionnellement, les femmes sont principalement impliquées dans le commerce du charbon de bois. Un scénario dans lequel CCI crée des opportunités d'emploi pour les femmes rurales par des moyens plus formels, peut-être dans le cadre des opérations de briquettes de charbon de bois, est possible. Une attention particulière sera nécessaire pour créer un espace pour l'emploi des femmes si CCI et ses investisseurs y voient un résultat important de la création.

De plus, la disponibilité de charbon de bois au Congo peut aussi avoir une incidence positive sur la charge de travail des femmes. Bien qu'aucune donnée ne soit disponible pour le pays, la charge de travail des femmes liée au bois de chauffage et à la cuisine au Congo serait similaire à celle d'autres pays africains. Les femmes consacrent un temps disproportionné à des tâches liées au bois de feu. Par exemple, les femmes guinéennes passent près de sept fois plus de temps que les hommes à ramasser du bois de chauffage et 33 fois plus de temps à cuisiner; en Tanzanie, les chiffres sont respectivement de 2 et 9 fois (**Guidal and Herail, 2018**). La plus grande disponibilité de charbon de bois peut réduire le temps consacré à ces tâches et permettre une redistribution du temps à d'autres demandes.

Le régime foncier. Le terrain loué à CCI est déjà sous sécurisation du gouvernement. Le développement de plantations industrielles de plus de 30 000 ha peut avoir un impact considérable sur la population locale. On ne sait pas combien de personnes vivent dans ou autour de la concession éventuelle. Les impacts peuvent inclure un accès restreint aux terres utilisées pour le pâturage, la chasse, la recherche de nourriture, etc. La disponibilité des ressources en eau est également inconnue dans la région et des conflits sur les ressources en eau peuvent survenir. Pour le moment, on ignore ce que la législation congolaise autorise. Une fois accordées, on ne sait pas quelles opérations seront autorisées à l'intérieur des limites de la concession. Dans un cas extrême, l'établissement de la concession peut conduire à des conflits fonciers et au déplacement de villages.

Environnement. La concession foncière n'est pas encore délimitée. Sans clair démarcation, il n'est pas possible d'estimer l'impact futur sur les ressources en eau et en sol. Les plantations d'eucalyptus à grande échelle sont connues pour générer des impacts environnementaux non négligeables. Les préoccupations concernent la santé des sols, la quantité et la qualité de l'eau, la biodiversité et d'autres effets. La taille finale de la plantation et les conditions d'utilisation détermineront finalement l'ampleur de l'impact.

Le four GMDR permet la combustion du gaz de carbonisation, et des essais sur le terrain effectués à Madagascar et en Namibie indiquent que seulement 0,2% du carbone émis est du Méthane (CH₄). Dans ce cas, l'utilisation d'un GMDR permet d'économiser 1,75 tonne d'équivalent CO₂ par tonne de charbon de bois produite. La technologie CML n'émet pratiquement pas de Gaz à Effet de Serre (GES). Ainsi, la conversion vers des fours avancés a le potentiel d'éviter un nombre important de GES.

2.2.4 Analyse économique et financière

L'analyse économique et financière suit les meilleures pratiques pour l'évaluation de la faisabilité et reflète les preuves d'évaluations similaires sur le sujet en République du Congo, en Afrique centrale et dans d'autres régions du monde.

L'analyse économique évalue les avantages et les coûts du projet sur une période de huit ans. Les coûts des actifs sont amortis à des taux variables (par exemple, entre 5% pour les bâtiments et 33% pour les camions). Les projections économiques agrègent les avantages nets de l'application des trois technologies et de la production de charbon de bois et de charbriquettes tout au long de l'évolution de la production, comme détaillé dans le tableau ci-dessus. L'analyse économique ne tente pas d'inclure les avantages monétaires des émissions de dioxyde de carbone évitées découlant de l'engagement sur les marchés du carbone, bien qu'il s'agisse d'un domaine d'intérêt actif. L'impôt sur les bénéfices a été inclus à 30%. Il est important de noter que si les résultats financiers présentés ici incluent l'amortissement des actifs, ils ne comprennent aucun intérêt annuel pour les banques ou les partenaires financiers. Ces coûts n'ont pas pu être inclus car la source de financement du projet n'a pas été établie. Par conséquent, les estimations présentées ici peuvent être considérées comme une limite supérieure des bénéfices potentiels et devront être réduites en conséquence à mesure que la planification avance. Le tableau suivant fournit des indicateurs quantitatifs pour l'évaluation de la faisabilité économique.

Tableau 4: Indicateurs quantitatifs pour l'entreprise CCI sur une période de huit ans

Entreprise Industrielle	Unité	Valeur
Production		
Charbon de bois	tonnes	51,110
Briquettes de bois (Charbriquettes)	tonnes	4,214
Investissement Initial		
Fours CML	USD	3,041,844
Fours GMDR et Charbriquettes	USD	2,461,867
Fonctionnement		
Coûts fixes	USD	4,843,784
Coûts variables	USD	16,734,806
Revenu	USD	30,017,968
Période jusqu'à la rentabilité	Années	4
Retour sur investissement	%	12.2%
Ratio coût-bénéfice		
Avantages complémentaires		
Forêts conservées	ha	Non-quantifié
Emissions de Gaz à effets de serres évitées	tCO ₂ -eq	72,000
Création d'emplois	Personnes	700

Un résumé de l'analyse économique se trouve dans le tableau ci-dessus. L'analyse estime un coût d'investissement d'environ 5,4 millions USD et des coûts d'exploitation de 0,5 à 3,9 millions USD par an, selon les activités. Le retour sur investissement de 27,7 millions USD qui en résulte est d'environ 3,4 millions USD, soit 12,2%. L'analyse économique suggère que l'entreprise pourrait réaliser des bénéfices après la quatrième année, en supposant un prix de vente du charbon de bois à 300 FCFA par kg de charbon de bois et un prix d'achat du bois de 47 USD (26 500 FCFA) la tonne.

Il existe des opportunités claires pour améliorer la performance financière de l'entreprise, en se basant simplement sur les coûts relatifs aux autres opérations et sur le jugement d'experts. Pour commencer, la gestion de la plantation et la réhabilitation sont estimées à 5900 USD par ha, soit près du double des estimations similaires dans d'autres parties du monde. Au total, les coûts de reboisement représentent environ 25% des coûts d'exploitation annuels. Si ces opérations peuvent être menées à travers un groupe d'ONG, la communauté ou un autre mécanisme plus rentable doit être étudié.

De plus, les procédés CML et GMDR produisent du charbon de bois de haute qualité, en supposant que l'humidité du bois et la taille des particules sont appropriées. Le charbon de bois «vert» de haute qualité offre une opportunité de cibler un segment de marché différent, peut-être mondial, qui est prêt à payer une prime pour du charbon de bois congolais durable. De plus, bien que la production de charbriquettes ne représente que 10% des ventes de charbon de bois à capacité nominale, elle représente près de 50% des bénéfices sur les huit années. C'est dû au fait que les coûts d'investissement sont relativement faibles alors que le prix du marché est similaire à celui du charbon de bois.

La poussière de charbon de bois, principale matière première pour la production de briquettes, coûte très peu car il s'agit d'un déchet de la production de charbon de bois. CCI pourrait envisager de commencer à produire des charbriquettes dès que les matières premières seront disponibles en quantité suffisante.

Enfin, CCI peut envisager l'utilisation de pratiques agro forestières (intégration des arbres avec les cultures et l'élevage) pour diversifier et augmenter la productivité de la concession foncière. Cela pourrait aider à compenser une partie des coûts initiaux importants et à réduire la période de récupération initiale. De plus, des plantations polyvalentes, qui intègrent d'autres espèces cultivées en sous-étage, pourrait servir les communautés locales. Des modèles réussis de systèmes agro forestiers conçus pour produire du bois de feu fonctionnent depuis de nombreuses années dans la République démocratique du Congo voisine. Aucune de ces options n'a encore été intégrée dans les modèles financiers présentés ici.

2.3 RÉPUBLIQUE DÉMOCRATIQUE DU CONGO (RDC) - Solutions durables pour la cuisson au bois de chauffage et la micro-gazéification pour les ménages ruraux et urbains

2.3.1 Description du projet pilote et lieu

Avec une superficie équivalente à celle de l'Europe de l'Ouest, la République démocratique du Congo (RDC) est le plus grand pays d'Afrique subsaharienne. Si son taux de pauvreté a légèrement baissé au cours des deux dernières décennies, en particulier dans les zones rurales, la RDC reste néanmoins l'un des pays les plus pauvres du monde. En 2018, 72% de la population, en particulier dans les régions du Nord-Ouest et du Kasaï, vivait dans l'extrême pauvreté avec moins de 1,90 dollar par jour. Après avoir atteint 5,8% en 2018, la croissance économique a ralenti à 4,4% en 2019, en raison de la baisse des prix des matières premières, en particulier pour le cobalt et le cuivre, qui représentent plus de 80% des exportations du pays. L'activité sans cesse croissante dans le secteur minier, source de la plupart des revenus d'exportation, a stimulé les recettes fiscales et la croissance du produit intérieur brut (PIB) de la RDC. La République démocratique du Congo (RDC) possède la deuxième plus grande bande de forêts tropicales du monde - 152 millions d'hectares, représentant la majeure partie de la forêt tropicale restante dans le bassin du Congo.

Kinshasa est la capitale de la République Démocratique du Congo. Il est situé dans l'Ouest du pays, sur la rive sud du fleuve Congo, à la sortie Ouest côtière de Malebo. C'est une ville, mais elle a le statut administratif d'une province. La ville de Kinshasa s'est développée entre le promontoire de Gombe, fermant la côtière Malebo, et abritant également la baie de Ngaliema avant les chutes Livingstone, et les collines au sud parfois situées près de la rivière (mont Ngaliema à l'Ouest), et jusqu'à quinze kilomètres au sud de la côte de Malebo (mont Mangengenge à l'Est). Au Sud de la côte Malebo, une grande zone de marais réduit la zone habitable des municipalités de Limete et Masina. La province de Kinshasa, a une superficie de 9 965 km².



Figure 7: La République Démocratique du Congo

La population de Kinshasa est estimée à 14,3 millions d'habitants en 2020, sa zone urbaine est la troisième plus peuplée d'Afrique après Le Caire et Lagos. Comme les limites de la ville sont très étendues, plus de 90 % de sa superficie est rurale ou boisée (en particulier dans la municipalité de Maluku, qui occupe à elle seule 79 % du territoire de la province); les parties urbanisées sont à l'Ouest du territoire. Kinshasa a le statut administratif d'une ville et est l'une des 26 provinces du pays.

La principale loi relative au secteur forestier de la RDC est la loi N° 011/2002 Du 29 Aout 2002 Portant Code Forestier. La valeur ajoutée du secteur forestier a représenté de manière constante 2,7% de la valeur ajoutée globale (PIB) entre 2008 et 2010. La RDC a ainsi le plus faible taux de participation du secteur forestier au budget national comparativement aux pays du bassin du Congo.

En raison de la grande superficie de la forêt qui occupe la partie sud de Kinshasa, il ya plusieurs entreprises forestières établies dans la ville. Selon la FAO en 2017 le taux de déforestation net de la RDC est estimé 0.2%. Cette déforestation est causée par le processus d'exploitation des ressources forestières et l'extraction du bois par les ménages pour les besoins de base énergétique. Ces différents processus d'extraction et de transformation du bois libère d'importantes quantités de déchets forestiers. Ces déchets, qui sont largement représentés par les déchets de bois, sont mal exploités et représentent pourtant un potentiel de ressources de biomasse renouvelables.

2.3.2 Justification des valeurs plus larges que les projets pilotes devraient apporter.

Le projet pilote vise à produire localement des granulés et à les utiliser dans les cuisinières à gazéification des ménages. Les ménages de la ville de Kinshasa et de ses environs utilisent principalement des produits forestiers ligneux (bois de chauffage et charbon de bois) comme source d'énergie pour les besoins énergétiques de base. La consommation excessive d'énergie en bois est due à l'utilisation de foyers de trois pierres qui sont très inefficaces (environ 15%) et la production de charbon de bois par des méthodes artisanales. Toutefois, les déchets provenant des procédés d'exploitation des produits forestiers sont une source potentielle de charbon vert. La combinaison du charbon vert et du remplacement des foyers à trois pierres par des foyers améliorés plus efficaces devra limiter la pression exercée sur les forêts de la Kinshasa. Selon les données obtenues dans la littérature, la production et la distribution simultanées de foyers améliorés et de granulés mis en œuvre au Rwanda peuvent facilement être reproductibles en RDC.

2.3.3 Brève description de la localisation du projet et des bénéficiaires

Le type de foyer amélioré distribué dans le cadre du Programme of Activities (PoA) au Rwanda sera la micro gazéifieur des granulés de bois fabriqués à partir de résidus de biomasse. Ces foyers améliorés brûlent le bois très efficacement et proprement. Les fourneaux de cuisson à la micro-gazéification produisent leur propre gaz à partir de biomasse solide de manière contrôlée. La production de gaz se produit séparément de la combustion subséquente du gaz. Tous les foyers améliorés ont une efficacité thermique nettement à plus de 20 %, mesurée. Des foyers améliorés seront distribués aux ménages ruraux et urbains où ils seront utilisés pour la cuisson quotidienne en remplacement des foyers traditionnels à bois ou au charbon de bois. Les ménages peuvent recevoir plus d'un foyer, selon leur taille et leurs habitudes de cuisson. Les granulés de bois leur seront vendus régulièrement par le CME. Les utilisateurs signeront des contrats d'utilisateur contenant un numéro d'identification client unique.



Figure 8: Localisation de Kinshasha en RDC

La surveillance consiste à mesurer le poids des granulés achetés par les clients. En remplaçant les foyers traditionnels, l'ACP remplacera la biomasse non renouvelable qui est soit directement utilisée pour la cuisson (scénario de base I) ou convertie en charbon de bois avant d'être utilisée pour la cuisson (scénario de référence II).

Dans le cas du projet, une plus petite quantité de résidus de biomasse sera convertie en granulés. Pendant le processus de conversion, une partie de la biomasse est utilisée pour sécher le reste de la biomasse et l'énergie électrique est utilisée pour les granulés. Les installations de base à remplacer comprennent les foyers à bois traditionnels avec une efficacité thermique de 10 % (scénario de base I) ou les foyers traditionnels au charbon de bois avec une efficacité thermique de 20 % (scénario de référence II). Les résidus de biomasse provenant de différentes sources peuvent être inclus. Les utilisateurs ciblés sont ceux qui utilisent la biomasse ligneuse ou le charbon de bois pour cuisiner. Ils souscriront au projet qui leur garantira l'accès aux solutions de cuisson de micro gazéification.

Pour ce qui est des détails de l'usine, un moulin à granulés de 5 tonnes par heure est choisi et peut s'intégrer dans un emplacement relativement compact. Un stockage à sec pour sciure, copeaux de bois, et toute autre biomasse à utiliser nécessiterait un bâtiment d'environ 80 pieds sur 100 pieds. Il faudrait également un petit espace de bureau d'environ 10 pieds x 24 pieds. Environ dix acres de terre seraient assez grandes pour répondre aux besoins de production. Étant donné que les déchets de l'usine seraient probablement la matière première la plus idéale pour la pelletisation, un emplacement à proximité d'une opération d'exploitation de produits du bois serait préférable, car cela réduirait les coûts de transport. Le stockage des matières premières occupera le plus de place. Si la sciure des scieries locales est utilisée comme principale ou seule source de matière première, un silo peut être utilisé, nécessitant moins d'espace au sol. Un terrain industriel de un à deux acres devrait être suffisant pour cette taille d'exploitation. Nous pensons qu'il existe plusieurs bons sites potentiels au Burundi. Le stockage des granulés sera nécessaire pendant les mois chauds, car la production la plus élevée se produit pendant ces

mois. La zone de stockage requise dépendra principalement des volumes relatifs de granulés ensachés par rapport aux granulés en vrac produits.

2.3.4 Genre, environnement et autres facteurs

Genre. Les femmes congolaises sont quotidiennement confrontées à de nombreuses formes de discrimination et le cadre juridique et institutionnel actuel n'est pas adéquat pour améliorer leur situation. La persistance des violations des droits des femmes est encouragée par l'existence d'une législation discriminatoire. Le manque de reconnaissance du rôle des femmes dans la gestion des ressources forestières. En RDC, les femmes jouent un rôle prépondérant dans l'agriculture en tant que productrices d'aliments pour leur famille, et leur implication dans les activités de production est presque égale à celle des hommes. Cependant, cela ne se traduit pas par une implication effective dans la prise de décision au sein du ménage.

Dans ce contexte profondément inégal, les droits fonciers très limités des femmes sont une question cruciale pour la mise en œuvre de la foresterie communautaire. Les différences entre les hommes et les femmes en matière de connaissances, d'accès et d'utilisation des forêts sont reconnues depuis longtemps. Cette disparité entre les sexes est due aux relations de pouvoir inégales entre les hommes et les femmes. Compte tenu de ces différences dans le rôle de genre dans l'utilisation et la gestion des forêts, la recherche sur le genre dans la gouvernance forestière s'est principalement concentrée sur l'inclusion des femmes dans les comités et organisations de décision.

Environnement. Bien que les taux de déforestation en RDC soient faibles par rapport aux forêts tropicales d'Amazonie et d'Asie du Sud-Est, près d'un demi-million d'hectares sont perdus chaque année. Les moteurs directs de la déforestation en RDC sont l'agriculture sur brûlis, la production de bois de feu, les feux de brousse et l'exploitation forestière à petite échelle et industrielle. Il existe également une pléthore de braconnage qui menace les populations d'animaux sauvages en République démocratique du Congo. Deuxième plus grand écosystème de forêt tropicale humide de la planète, juste derrière l'Amazonie, il joue également un rôle important dans le ralentissement du changement climatique mondial car la forêt absorbe les gaz à effet de serre, ce qui les empêche d'être rejetés dans l'atmosphère.

Les principaux problèmes environnementaux en RDC comprennent : la dégradation des terres, la déforestation, la perte de biodiversité, la pollution de l'eau et la pollution de l'air à Kinshasa. Les conflits sont en eux-mêmes une source de dégradation de l'environnement. Une importante évaluation environnementale post-conflit de la RDC par le Programme des Nations Unies pour l'environnement (PNUE) souligne l'importance mondiale et l'extraordinaire potentiel des ressources naturelles et minérales du pays. Cependant, l'étude met en garde contre des tendances alarmantes, notamment l'augmentation de la déforestation, l'épuisement des espèces, la pollution par les métaux lourds et la dégradation des sols due à l'exploitation minière, ainsi qu'une crise aiguë de l'eau potable qui a laissé environ 51 millions de Congolais sans accès à l'eau potable.

2.3.5 Analyse économique et financière du projet pilote

Nous devons établir les coûts de production des foyers de cuissons mentionnés ci-dessus et des machines pour produire des granulés de bois - cette information n'est actuellement pas disponible en RDC selon la réponse de la personne de contact et ne figure pas non plus sur le site Web du projet Rwanda. Les estimations de coûts et bénéfices ci-dessous sont basées sur la revue de littérature

Options d'équipement : Les systèmes complets de granulés sont facilement disponibles, neufs ou d'occasion. Tout le monde peut faire un rapide enquête sur Internet et trouver des packs d'équipements complets à partir de 150 000 \$.

Les coûts d'exploitation : Il existe de nombreuses études détaillant les coûts d'exploitation des nouveaux granulés des plantes. Les tableaux ci-dessous présentent une analyse simple qui peut être un point de départ pour étude. Selon cette étude, une opération de granulés peut être rentable en fonction d'une analyse économique.

Tableau 4: Analyse coûts/bénéfices pour une production de 480 tonnes de pellets par mois

Source	Coûts par mois
Bâtiment / bail immobilier / prêt	5000 \$
Gestion du personnel	21,000 \$
Energie	6,500 \$
Paieement du prêt d'équipements	10,500\$
Transparent	6,000 \$
Achat de matières premières	27,840 \$
Divers	2,000 \$
Total des dépenses	78, 840.00 \$
Source	Revenu par mois
Vente de pellets en sacs et en vrac	110,400 \$
Frais de livraison	Inclus dans le prix
Revenu total	110,400 \$
Gains nets par mois	31,560.00 \$

2.4 BURUNDI - Solutions de cuisson bioénergétiques durables pour les ménages ruraux et urbains de la province de Bujumbura grâce à la production et à la distribution de foyers à pellets semi-carbonés et de pellets de bois.

2.4.1 Description du projet pilote et lieu

Pays enclavé d'Afrique de l'Est, le Burundi est une économie à faible revenu où 80 % de la population est employée dans le secteur agricole. C'est un pays des Grands Lacs, entouré par le Rwanda au nord, la Tanzanie à l'est, la République démocratique du Congo à l'ouest et bordé par le lac Tanganyika au sud-ouest. Avec une population de 11,6 millions d'habitants, dont 50,7 % (2018) sont des femmes, c'est l'un des pays les plus densément peuplés. Le Burundi est un pays pauvre en ressources avec un secteur

Le Burundi compte 172 000 hectares de forêts. Cela représente 67% de son territoire. Environ 40 000 hectares, soit 43% de ceux-ci, sont classés comme forêt primaire. Les forêts plantées occupent 60 000 hectares. Le Burundi consomme environ 180 000 hectares de bois par an, ce qui dépasse l'offre permanente de 172 000 hectares. Les plantations appartenant à l'État couvrent des superficies ne dépassant pas 10 hectares avec *Eucalyptus* sp., Pins tropicaux, *Callitris calcarata* et *Grevillea robusta* comme espèces les plus communes. La plupart des plantations forestières se trouvent à la périphérie de Bujumbura mais ont été négligées lors de la crise politique qui a débuté dans les années 1990. De plus, ces plantations font face à une mauvaise gestion, certaines d'entre elles étant converties en zones agricoles ou de peuplement.

2.4.2 Brève description de la localisation du projet et des bénéficiaires

Située dans la province rurale de Bujumbura, Bujumbura est la capitale commerciale de la République du Burundi. Les limites de la ville de Bujumbura couvrent une superficie de 127 kilomètres carrés, qui abritait une population estimée à un million d'habitants au 6 septembre 2020. La densité de la population est plus concentrée à Bujumbura, avec une moyenne de 20 673 habitants par mètre carré (7976 par kilomètre carré). En réduisant les frontières nationales du Burundi, la densité de la population tombe à 1 199 Burundais par mètre carré (463 par kilomètre carré). La forte densité de population dans la ville de Bujumbura combinée à une utilisation inefficace de la biomasse rend le bois de chauffage de plus en plus rare et justifie la nécessité d'avoir un projet de bioénergie à proximité de la ville comme à Gakara Gahuni qui est à environ 20 km de la ville.



Figure 8 : Localisation de la communauté Garaka Garaka au Burundi

Le projet proposé s'appuie sur le succès d'Inyenyeri, une entreprise sociale actuellement active au Rwanda (Inyenyeri, 2020). Basée à Gisenyi, au Rwanda, l'organisation sociale distribue actuellement le foyer à gaz Mimi Moto à tirage forcé, alimenté par des pellets, selon un modèle commercial qui prétend mettre l'accent sur le service à la clientèle et l'accessibilité financière. Le Mimi Moto est actuellement le foyer à bois le plus performant selon des mesures effectuées en laboratoire (Catalogue de la cuisine propre, 2020). Il offre donc la possibilité de réduire considérablement les émissions (et l'exposition) à l'intérieur des bâtiments par rapport aux foyers à combustibles solides traditionnels. Il n'existe pas d'initiative similaire au Burundi, mais il est possible d'essayer une technologie similaire avec quelques modifications en fonction des besoins du client.

Les granulés de bois seront produits à partir des sous-produits des industries de transformation du bois (sciure ou copeaux de bois) ou à partir de résidus forestiers de la forêt de Gakara-Gahuni dans la province de Bujumbura. Les granulés de biomasse fabriqués à partir de la matière première bois offrent jusqu'à 3100 kCal / kg de contenu énergétique par rapport au bois brut en raison du séchage supplémentaire. Cela rend la pastille un substitut viable au charbon de bois. Dans le processus de granulation, les résidus de biomasse forestière provenant principalement de la chute des branches et du houppier ou du déracinement de l'arbre entier, de la sciure, des déchets de production de poteaux, des ceintures et de la coupe seront déchiquetés puis comprimés à l'aide d'une machine de granulation spécialisée; le processus de production est énergivore et nécessite de l'électricité. Le produit final sera des granulés de bois qui seront vendus à des clients potentiels dans la ville de Bujumbura.

Des cuisinières similaires à Mimi Moto seront fournies aux clients, empruntant largement aux leçons du Rwanda. Une cuisinière à combustible solide à combustion propre et robuste (par exemple, un gazogène alimenté par des granulés) peut constituer une étape viable dans la transition des ménages vers une énergie plus propre en permettant des réductions d'émissions cohérentes et significatives en utilisant une combinaison cuisinière / combustible potentiellement abordable et disponible au Burundi.

Au Rwanda, les clients d'Inyenyeri signent un contrat mensuel d'achat de granulés (à un prix actuellement compétitif par rapport au charbon de bois) et reçoivent le poêle, la livraison de combustible, la formation et la réparation sans frais supplémentaires. C'est le modèle économique qui sera essayé au Burundi car il offre de bons points d'apprentissage. Faits saillants sur le travail de la société Inyenyeri au Rwanda.

Adéquation des options de biomasse pour la production de granulés - Le processus de granulation de bois implique le séchage, le broyage, le conditionnement, le granulation ou l'extrusion, le refroidissement et le tamisage de la fibre de bois pour produire des granulés. La fibre de bois est granulée pour augmenter sa densité apparente, améliorer ses caractéristiques de manutention et donner à la biomasse une forme propice aux systèmes d'alimentation automatique des brûleurs.

Pour ce qui est des détails de l'usine, un moulin à granulés de 5 tonnes par heure est choisi et peut s'intégrer dans un emplacement relativement compact. Un stockage à sec pour sciure, copeaux de bois, et toute autre biomasse à utiliser nécessiterait un bâtiment d'environ 80 pieds sur 100 pieds. Il faudrait également un petit espace de bureau d'environ 10 pieds x 24 pieds. Environ dix acres de terre seraient assez grandes pour répondre aux besoins de production. Étant donné que les déchets de l'usine seraient probablement la matière première la plus idéale pour la pelletisation, un emplacement à proximité d'une opération d'exploitation de produits du bois serait préférable, car cela réduirait les coûts de transport. Le stockage des matières premières occuperait le plus de place. Si la sciure des scieries locales est utilisée

comme principale ou seule source de matière première, un silo peut être utilisé, nécessitant moins d'espace au sol. Un terrain industriel de un à deux acres devrait être suffisant pour cette taille d'exploitation. Nous pensons qu'il existe plusieurs bons sites potentiels au Burundi. Le stockage des granulés sera nécessaire pendant les mois chaud, car la production la plus élevée se produit pendant ces mois. La zone de stockage requise dépendra principalement des volumes relatifs de granulés ensachés par rapport aux granulés en vrac produits.

2.4.3 Genre, environnement et autres facteurs

Genre. Au Burundi, la persistance des violations des droits humains des femmes est encouragée par le maintien d'une législation discriminatoire. Les coutumes patriarcales du Burundi et le système d'héritage patrilinéaire empêchent les femmes de posséder et d'hériter des terres. Les femmes doivent compter sur les relations avec leurs parents masculins pour obtenir l'accès à la terre.

Environnement. Le Burundi a un terrain largement vallonné et montagneux, les montagnes boisées de Mitumba à l'ouest laissant place à un plateau à l'est. La déforestation reste aujourd'hui un problème environnemental majeur au Burundi. La République du Burundi a perdu la quasi-totalité de ses terres forestières en raison de la surpopulation et de la déforestation galopante. Cela a de graves conséquences sur la population d'animaux sauvages. La coupe incontrôlée d'arbres pour le bois de chauffage, associée au défrichage agricole et aux pâturages, a entraîné une déforestation presque totale du pays. Une guerre civile ethnique massive et l'effondrement des efforts de conservation du gouvernement qui s'en est suivi ont encore réduit les zones forestières et ont entraîné une augmentation du braconnage de la faune. La dégradation des sols, la déforestation et les problèmes d'assainissement sont les trois principaux défis environnementaux du Burundi. Déjà, la déforestation et l'érosion des sols, les fortes pluies ont provoqué des inondations et la destruction des infrastructures du pays, et rendent ce dernier plus vulnérable aux effets du changement climatique.

Travailler avec des règlements environnementaux serait un événement fréquent pour l'exploitant de l'usine de granulés, des règlements sur l'exploitation forestière dans l'approvisionnement en fibres aux règlements sur les émissions contrôlant le rejet de particules pendant la combustion. En particulier, les réglementations sur la qualité de l'air pour la combustion de combustibles solides présenteront les obstacles les plus difficiles à l'expansion des systèmes de chauffage à granulés dans une clientèle plus large s'étendant dans les secteurs résidentiel, commercial, et les bâtiments publics. Les réglementations existantes sur la qualité de l'air couvrent les grands producteurs d'électricité et les petits poêles résidentiels, mais il n'y a actuellement aucune réglementation en place pour certifier les fours de taille intermédiaire convenant aux grands systèmes de chauffage résidentiels et commerciaux. Cela laisse la plupart des systèmes de chauffage commerciaux potentiels sans solution rentable pour utiliser les granulés de bois comme combustible de chauffage.

2.4.4 Analyse économique et financière du projet pilote

Nous devons établir les coûts de production des foyers de cuissons mentionnés ci-dessus et des machines pour produire des granulés de bois - cette information n'est actuellement pas disponible à Burundi selon la réponse de la personne de contact et ne figure pas non plus sur le site Web du projet Rwanda. Les estimations de coûts et bénéfices ci-dessous sont basées sur la revue de littérature

Options **d'équipement** : Les systèmes complets de granulés sont facilement disponibles, neufs ou d'occasion. Tout le monde peut faire un rapide enquête sur Internet et trouvez des packs d'équipements complets à partir de 150 000 \$.

Les coûts **d'exploitation** : Il existe de nombreuses études détaillant les coûts d'exploitation des nouveaux granulés les plantes. Les tableaux ci-dessous présentent une analyse simple qui peut être un point de départ pour étude. Selon cette étude, une opération de granulés peut être rentable en fonction une analyse économique.

Tableau 5: Analyse coûts/bénéfices pour une production de 240 tonnes de pellets par mois

Source	Coûts par mois
Bâtiment / bail immobilier / prêt	5000 \$
Gestion du personnel	17,000 \$
Enegia	2000 \$
Paieement du prêt d'équipement	5,500\$
Transparent	2,000 \$
Achat de matières premières	13,920 \$
Divers	1,000 \$
Total des dépenses	46, 420.00 \$
Source	Revenu par mois
Vente de pellets en sacs et en vrac	55200,00 \$
	Inclus dans le prix
Frais de livraison	Inclus dans le prix
Revenu total	55200,00 \$
Gains nets par mois	8780,00 \$

2.5 BURKINA FASO - Transformation des coques de noix de cajou en énergie électrique à Bobo-Dioulasso

2.5.1 A. Description du projet pilote et localisation

Le Burkina Faso est un pays enclavé d'Afrique de l'Ouest dont la population, jeune et en forte croissance, est fortement tributaire de l'agriculture de subsistance. La croissance du PIB réel a été estimée à 6,7 % en 2017 et devrait se poursuivre sur cette trajectoire en 2018, soutenue par une augmentation des investissements publics et des prix de l'or et du coton, qui sont les deux principales exportations du pays.¹ Les gains macroéconomiques du pays ne se sont pas traduits par des améliorations pour la majorité de la population, les taux de pauvreté et de chômage sont très élevés, en particulier dans les zones rurales où vit une grande majorité de la population.

Vitellariaparadoxa (l'arbre à karité) est extrêmement important au Burkina Faso. Appelées "l'or des femmes" par les villageois burkinabés, les noix de l'arbre de karité peuvent être collectées et traitées par broyage et mouture pour donner du beurre de karité, qui est largement utilisé dans le savon et les cosmétiques comme hydratant, pommade ou lotion. Le beurre de karité est également comestible et peut être utilisés pour la préparation des aliments ; il est parfois utilisé dans la fabrication du chocolat. L'écorce

¹ "Perspectives économiques du Burkina Faso", Banque africaine de développement, (2018) : <https://www.afdb.org/en/countries/west-africa/burkina-faso/burkina-faso-economic-outlook/>

de l'arbre est également utilisée comme ingrédient dans les médicaments traditionnels et la coque de la noix est censée être capable de repousser les moustiques et de protéger les arbres existants^[1] Les noix de karité sont importantes dans l'économie du Burkina Faso. C'est la troisième exportation du pays, après le coton et le bétail.

Tableau 6: Carte de l'Afrique montrant le Burkina Faso



Source : (Banque Mondiale, 2020)

Tableau 7: Indicateurs macroéconomiques et sociaux

Population	18,9 millions (50,3% de femmes/49,7% d'hommes)
Population urbaine	30,69% du total
PIB	11,7 milliards de dollars (2017)
Taux de croissance du PIB	6.7% (2017)
RNB par habitant	610 USD
Taux de chômage	6.3%
Taux de pauvreté	40% (2014)
Urbain	13%
Rural	47.5%
Monnaie	Franc CFA ouest-africain (CFA/XOF)
Langue officielle	Français
Ressources naturelles	Agriculture (coton) ; minéraux (or, zinc, cuivre, manganèse, phosphate et calcaire)

Source : (FMI, 2017)

2.5.2 Brève description de la localisation du projet et des bénéficiaires

Au Burkina Faso, le projet pilote consistera à collecter des coquilles de noix de cajou et à les convertir en énergie électrique (environ 1MW).

L'électricité alimentera l'usine de cajous qui produit les coquilles, et le surplus sera vendu à une usine voisine. Ce modèle est reproductible au Burkina car plusieurs usines sont situées dans des pôles industriels. L'usine est située à Bobo-Dioulasso. Ne pas utiliser l'énergie pour alimenter les usines signifierait que les coquilles sont achetées et converties dans un site séparé, alors le projet n'est pas rentable.

Bobo-Dioulasso est une ville du Burkina Faso qui compte environ 537 728 habitants ; c'est la deuxième plus grande ville du pays, après Ouagadougou, la capitale du Burkina Faso.



Figure 9: Localisation de la communauté de Bobo-Dioulasso

La conversion du tourteau par cogénération produit de l'énergie récupérable sous forme d'électricité et de chaleur. La coque doit d'abord être débarrassée de l'huile qu'elle contient. Ce liquide, appelé liquide de coque de noix de cajou (CNSL), est contenu dans la coque à hauteur de 20 à 25%. C'est un liquide, bien que communément appelé huile, qui n'est pas comestible. Il produit également de la fumée lors de la combustion, et le liquide qui reste sur les coques est un irritant. C'est néanmoins une substance précieuse, car à partir de la CNSL il est possible de fabriquer divers produits tels que des peintures et des polymères, des pesticides, et enfin comme combustible liquide, en raison de sa similitude avec le fioul lourd. L'extraction de la CNSL est réalisée par extrusion des coques dans une presse à vis. Le CNSL doit être décanté et raffiné pour devenir un produit commercialisable. Les résidus qui résultent de ces processus de traitement peuvent être économes en énergie, à commencer par le résidu solide après l'extrusion des coques, appelé tourteau.

Les consommateurs visés sont les industries de la région. Il peut s'agir de transformateurs de graines oléagineuses, de fruits, de farines ou d'autres industries manufacturières telles que le ciment, la métallurgie, les polymères, etc.

2.5.3 Genre, environnement et autres facteurs

Genre. Au Burkina Faso, les femmes ont traditionnellement joué un rôle central dans l'extraction du beurre de karité, depuis le stade de la collecte des noix de karité jusqu'à sa transformation finale en beurre de karité. Toutefois, l'amélioration des conditions économiques du commerce du karité ne s'est pas faite au profit des femmes et, par conséquent, leur participation est restée limitée à leur marché local, tandis que les hommes ont obtenu le grand marché d'exportation vers l'Europe pour l'industrie cosmétique. Les recettes d'exportation ont été augmentées grâce à l'utilisation du beurre de karité dans les cosmétiques (pour les lotions, crèmes, savons et autres produits) par des entreprises bien connues telles que L'Oréal, The Body Shop et L'Occitane en Provence. Ces exportations ont été contrôlées par l'UNIFEM (ex-UNIFEM) afin de s'assurer que les bénéfices profitent directement aux femmes locales impliquées dans l'industrie.

Environnement. Les principaux problèmes environnementaux auxquels le Burkina Faso est confronté sont les sécheresses récurrentes et l'avancée du désert du nord dans la savane. Cette tendance à la désertification a été accentuée par le surpâturage des pâturages, l'agriculture sur brûlis et la surexploitation du bois de chauffage. Le gouvernement burkinabé estime que le pays perd un peu moins de 110 000 ha de couverture forestière chaque année. Les facteurs de déforestation et de dégradation des forêts au Burkina Faso comprennent l'expansion agricole, le surpâturage du bétail, les feux de brousse et la demande de bois de chauffage et de charbon de bois.

La transformation du karité est une industrie importante au Burkina Faso, mais elle fait encore appel à des méthodes dépassées : L'appauvrissement des populations forestières, l'émission d'importantes quantités de carbone, les nombreux risques sanitaires et hygiéniques, et le peu d'efforts déployés pour améliorer la situation socio-économique du pays, qui reste l'un des plus pauvres d'Afrique.

2.5.4 Analyse économique et financière

L'analyse économique du projet pilote sera terminée après une collecte d'informations sur le terrain dans le cadre du livrable 4.

2.6 COTE D'IVOIRE- Transformation des déchets de cabosses de cacao en biocarburant

2.6.1 Description du projet pilote et localisation

La Côte d'Ivoire est la plus grande économie de l'Union Économique et Monétaire Ouest-Africaine (UEMOA) et continue à connaître des taux de croissance économique élevés après être sortie de plus d'une décennie de conflit civil et d'instabilité politique.² Le PIB du pays a augmenté de 7 % en 2017, grâce à des investissements publics structurels et à un secteur des services solide.³ Plus de la moitié de la population jeune et en forte croissance du pays vit dans les zones urbaines - la capitale économique

² "Côte d'Ivoire Country Report", Banque mondiale, (2018) :

<http://documents.banquemondiale.org/curated/fr/610761516612734143/pdf/121663-WP-P165646-FRENCH-Final-ECONOMIC-UPDATE-6%C3%A9-EDITION-imprimable-PUBLIC.pdf>

³ "Perspectives économiques de la Côte d'Ivoire", Banque africaine de développement, (2018) :

https://www.afdb.org/fileadmin/uploads/afdb/Documents/Publications/African_Economic_Outlook_2018_-_EN.pdf

Abidjan concentre 20 % de la population, 80 % de l'emploi formel et 90 % des entreprises.⁴ Ces dernières années, le secteur des services de la Côte d'Ivoire a été un important moteur de la croissance économique ; en 2017, le secteur des services (énergie, communications, transports, services financiers et commerce) a contribué à la moitié du PIB, l'industrie représentant environ 30 % du PIB et l'agriculture constituant le solde. Cette dynamique ne se reflète toutefois pas dans la structure de l'emploi du pays, puisque les deux tiers de la main-d'œuvre restent dans l'agriculture. La Côte d'Ivoire est le plus grand producteur et exportateur de fèves de cacao au monde. La transformation agricole du cacao, du café et de l'huile de palme contribue de manière significative aux recettes d'exportation, tandis que le secteur du cacao représente à lui seul 10 % du PIB et un tiers des exportations du pays.⁵ En 2017, la Côte d'Ivoire était le deuxième pays d'Afrique subsaharienne en termes de croissance, en grande partie grâce à des conditions agricoles favorables et à l'amélioration des termes de l'échange.



Figure 10: Carte de l'Afrique montrant la Côte d'Ivoire

Tableau 8: Indicateurs macroéconomiques et sociaux

Population	23,7 millions (50,9% d'hommes/49,1% de femmes)
Population urbaine	55% du total
PIB	34,4 milliards de dollars (2017)
Taux de croissance du PIB	7.6% (2017)
RNB par habitant	1 520 USD
Taux de chômage	9,4 % (2013 à l'est.)
Taux de pauvreté	46.3% (2015)
Urbain	35.9%
Rural	56.8%
Monnaie	Franc CFA ouest-africain (CFA/XOF)
Langue officielle	Français
Ressources naturelles	Agriculture (cacao, café, sucre, huile de palme, noix de cajou) ; minéraux (or, cuivre, manganèse, bauxite)

Source : (Banque Mondiale, 2020)

⁴ "Reimagining Ivorian cities", Banque mondiale, (septembre 2016) :

<http://www.worldbank.org/en/country/Cotedivoire/publication/reimagining-ivorian-cities>

⁵ "Côte d'Ivoire Macroeconomic Report," AFD, (2015): <https://www.afd.fr/fr/les-enjeux-de-la-nouvelle-croissance-ivoirienne>

La Côte d'Ivoire est le premier producteur et exportateur mondial de fèves de cacao utilisées dans la fabrication du chocolat. Bien que la Côte d'Ivoire ait produit 2,1 millions de tonnes de cacao en 2017 (44 % de la production mondiale), elle n'a rapporté que 3,3 milliards de dollars (2,9 milliards d'euros) de ce commerce, contre des recettes de 22 milliards de dollars pour les grands chocolatiers américains, selon les chiffres de l'Organisation internationale du cacao (ICCO-2020). Sur le plan social, 600 000 agriculteurs travaillent pour aider environ 6 millions de personnes vivant des revenus du cacao.

La régulation et le contrôle de la filière bois-énergie se fait à travers des documents produits par le Ministère des Eaux et Forêts (MINEF), à savoir Par exemple, pour faire partie de la chaîne de production, un permis d'exploitation est nécessaire après avoir rempli les conditions suivantes (i) le versement d'une caution de 200 000 FCFA à la Direction des avances et recettes des eaux et forêts pour la certification d'exploitant de charbon et de bois de feu en vertu du décret n° 83-455 du 27 mai 1983, (ii) l'encaissement du paiement de la redevance annuelle de 50 000 FCFA pour les personnes physiques et de 100 000 FCFA pour les personnes morales et (iii) la présentation d'un contrat entre le concessionnaire du périmètre d'exploitation forestière (PEF) ou le gestionnaire de l'usine de transformation et l'exploitant des produits secondaires.

2.6.2 Brève description de la localisation du projet et des bénéficiaires

En Côte d'Ivoire, le projet pilote permettra de transformer les déchets des cabosses de cacao en biocarburant. Le projet sera probablement situé autour des régions de Gagnoa ou de San-Pédro (sud-ouest de la Côte d'Ivoire). L'objectif est de décider si le biocarburant frais (gousses sèches compactées) ou le biochar (matière carbonatée) doivent être sélectionnés comme produits. Le choix dépendra de la valeur marchande potentielle (des informations sont recueillies sur le prix du carburant autour de ces deux villes) et des coûts d'exploitation estimés pour chaque option. Il existe des quantités massives de déchets de cabosses de cacao autour des zones désignées (3 tonnes/ha), le tonnage n'est donc pas vraiment un problème, mais la logistique l'est, car les déchets sont dispersés et les champs de cacao sont pour la plupart petits. Il est donc important de choisir une zone où les matières premières et les produits peuvent circuler facilement. Cela aura une grande influence sur le coût des approvisionnements.

Les cortex sont collectés dans les plantations de cacao avec l'accord des propriétaires à l'aide de sacs, puis envoyés sur le site de production par le scooter. Une fois les cortex sur place, ils sont étalés sur le sol pour les faire sécher pendant 7 jours avant d'être stockés dans le réacteur de pyrolyse.



Figure 11: Localisation de la communauté d'Adzope en Côte d'Ivoire

La fabrication des briquettes nécessite de la farine de manioc (amidon) diluée dans de l'eau froide (volume de 1 à 1,5 litre) puis chauffée pendant 10 à 15 minutes, en remuant à l'aide d'une poignée pour obtenir une pâte gélatineuse. Cette pâte ainsi obtenue est utilisée comme liant. Le biocharbon obtenu par pyrolyse, une fois refroidi, est introduit dans le mélangeur motorisé afin de le broyer de manière à réduire la taille de cette matière. Ensuite, une quantité du liant préparé est ajoutée à cette fine poudre de charbon et les deux matériaux sont mélangés dans le mélangeur pour obtenir un mélange homogène. Le temps de mélange est de 4 minutes pour 30 kg de biochar et 7 litres de bouillie d'amidon.

Pour une meilleure agglomération des briquettes, le projet optera pour la presse motorisée développée par l'APFNP. Cette presse est équipée d'un dévidoir de 4 chevaux. Pour son mode de fonctionnement, elle est connectée au réseau électrique 380v. Le tableau ci-dessous présente les caractéristiques de cette technologie.

Tableau 9: Test de presse motorisé

Technologie	Agglomération	Observations
Presse utilisée	Une presse motorisée conçue par l'APFNP	Courant domestique utilisé à partir de 380V sur la puissance du moteur de 4 chevaux.
Nécessité d'une carbonisation	30 kg	
Type de classeur et quantité	0,5 kg d'amidon ou 1,3 % du poids sec du biocarburant	Amidon : séchage - tamisage - dilution et chauffage
Besoin d'eau	7 litres	Sur toute l'eau d'amidon, un volume équivalent à 19% du mélange
Productivité horaire (kg sec/heure/machine)	36,5 kg	Les presses de cette catégorie ont une capacité de production quotidienne de 219 kg pour 6 heures de travail, fonctionnent à moyenne pression et sont moins coûteuses à l'achat et à l'entretien. Les briquettes qui en résultent se présentent sous forme de barres, qui sont faciles à utiliser, à transporter et à commercialiser. NB : 4 personnes doivent être affectées à cette tâche.

Les consommateurs cibles sont les ménages moyens des zones urbaines environnantes. Le produit sera disponible dans le plus grand nombre possible de points de vente de charbon de bois, afin de ne donner aucune image de l'exclusivité du produit. Au contraire, la stratégie vise à faire en sorte que le produit soit connu de toute la population et devienne ainsi une véritable alternative dans l'offre des biocarburants actuels.

2.6.3 Genre, environnement et autres facteurs

Genre. Un problème prédominant dans le pays est l'inégalité entre les sexes. Le niveau général de scolarisation en Côte d'Ivoire est très faible, surtout pour les filles. Le manque à gagner d'un ménage typique de planteurs de cacao en Côte d'Ivoire est d'environ deux tiers du revenu net requis pour un niveau de vie décent.

Aspects éthiques. Sur l'aspect éthique, et en particulier sur la responsabilité sociale dans la production de cacao, la Côte d'Ivoire doit déclarer ou démontrer que la production de cacao est conforme aux normes mentionnées. Plus précisément, nous devons indiquer que cette menace constitue une réponse appropriée au problème du travail des enfants dans les plantations de cacao.

Environnement. La Côte d'Ivoire a perdu plus de 80 % de ses forêts naturelles au cours des 50 dernières années. Cette perte importante de forêts a entraîné une réduction drastique des services éco systémiques connexes, notamment la perte des moyens de subsistance tirés des ressources forestières et la réduction de la résilience au climat, ce qui a eu un impact direct sur le secteur agricole. La perte de forêts en Côte d'Ivoire est principalement due aux pratiques de culture sur brûlis, à l'exploitation non durable du bois d'œuvre et du bois énergie, ainsi qu'à l'absence de développement, de planification et de gestion des zones forestières.

2.6.4 Analyse économique et financière

L'analyse économique menée ci-dessous évalue les avantages et les coûts du projet sur une période d'un an. Les coûts des actifs sont amortis à un taux de 10 %. Le tableau ci-dessous représente les investissements nécessaires pour une production théorique maximale de 7,5 tonnes.

Tableau 10: Investissements

Taux d'actualisation		10%		
Désignation	Montant	Unité	Prix à l'unité	Total
Matériel d'exploitation				
Mixeur	1	Salle	571 000	571 000
Presse	1	Salle	850 500	850 500
Pyroliseur	1	Salle	883 725	883 725
Séchoir à biomasse	1	Salle	371 500	371 500
Séchoir	1	Salle	165 000	165 000
Véhicule à tricycle	1	Salle	1 200 000	1 200 000
Puits	1	Salle	200 000	200 000
Fûts	7	Salle	15 000	105 000
Construction du site de production	1	Salle	915 000	915 000
Actifs financiers				
Abonnement Société ivoirienne d'électricité	1		1 000 000	1 000 000
TOTAL				6 156 725

Le tableau ci-dessous indique les coûts d'exploitation pour une production maximale de 7,5 t par mois.

Tableau 11: Production théorique maximale (7,5 t par mois) vendue en totalité

Rubriques	Mois 1	Mois 2	Mois 3	Mois 4	Mois 5	Mois 6	Mois 7	Mois 8	Mois 9	Mois 10	Mois 11	Mois 12	Total
Frais généraux													
Amidon (en FCFA)	187 500	187 500	187 500	187 500	187 500	187 500	187 500	187 500	187 500	187 500	187 500	187 500	2 250 000
Electricité (en FCFA)	35 500	35 500	35 500	35 500	35 500	35 500	35 500	35 500	35 500	35 500	35 500	35 500	426 000
Bache noire (en FCFA)	2 500	2 500	2 500	2 500	2 500	2 500	2 500	2 500	2 500	2 500	2 500	2 500	30 000
Transport (en FCFA)	24 400	24 400	24 400	24 400	24 400	24 400	24 400	24 400	24 400	24 400	24 400	24 400	292 800
Emballage (en FCFA)	20 000	20 000	20 000	20 000	20 000	20 000	20 000	20 000	20 000	20 000	20 000	20 000	240 000
Charge du Personnel													
Journaliers (en FCFA)- 4 personnes	144 000	144 000	144 000	144 000	144 000	144 000	144 000	144 000	144 000	144 000	144 000	144 000	1 728 000
Rémunération opérateur (en FCFA)	150 000	150 000	150 000	150 000	150 000	150 000	150 000	150 000	150 000	150 000	150 000	150 000	1 800 000
TOTAL (en FCFA)	563 900	563 900	563 900	563 900	563 900	563 900	563 900	563 900	563 900	563 900	563 900	563 900	6 766 800

Les avantages du biocharbon pour une production maximale de 7,5 t par mois sont présentés ci-dessous.

Tableau 12: Ventes et bénéfices des biocarburants

Rubriques	Mois 1	Mois 2	Mois 3	Mois 4	Mois 5	Mois 6	Mois 7	Mois 8	Mois 9	Mois 10	Mois 11	Mois 12	TOTAL
Production de biocharbon (en Kg)	7 500	7 500	7 500	7 500	7 500	7 500	7 500	7 500	7 500	7 500	7 500	7 500	90 000
vente à Affery et alentour (en FCFA)	1 125 000	1 125 000	1 125 000	1 125 000	1 125 000	1 125 000	1 125 000	1 125 000	1 125 000	1 125 000	1 125 000	1 125 000	13 500 000
Bénéfice (en FCFA)	561 100	561 100	561 100	561 100	561 100	561 100	561 100	561 100	561 100	561 100	561 100	561 100	6 733 200
Vente vers la capitale (en FCFA)	2 250 000	2 250 000	2 250 000	2 250 000	2 250 000	2 250 000	2 250 000	2 250 000	2 250 000	2 250 000	2 250 000	2 250 000	27 000 000
Coûts de transport	713 900	713 900	713 900	713 900	713 900	713 900	713 900	713 900	713 900	713 900	713 900	713 900	8 566 800
Bénéfice (en FCFA)	1 536 100	1 536 100	1 536 100	1 536 100	1 536 100	1 536 100	1 536 100	1 536 100	1 536 100	1 536 100	1 536 100	1 536 100	18 433 200

Tableau 13: Analyse économique de la production maximale théorique (7,5 t par mois) vendue en totalité

	Année 1	Année 2	Année 3	Année 4	Année 5	Année 6	Année 7	Année 8	Année 9	Année 10
Biocharbon (Vente sur place)										
Chiffre d'affaires (en FCFA)	13 500 000	13 500 000	13 500 000	13 500 000	13 500 000	13 500 000	13 500 000	13 500 000	13 500 000	13 500 000
Charges prévisionnelles (en FCFA)	6 766 800	6 766 800	6 766 800	6 766 800	6 766 800	6 766 800	6 766 800	6 766 800	6 766 800	6 766 800
Dotation aux amortissements (en FCFA)	615 673	615 673	615 673	615 673	615 673	615 673	615 673	615 673	615 673	615 673
Résultat net avant impôt (en FCFA)	6 117 528	6 117 528	6 117 528	6 117 528	6 117 528	6 117 528	6 117 528	6 117 528	6 117 528	6 117 528
Impôt ou taxes (en FCFA)	15 000	15 000	15 000	15 000	15 000	15 000	15 000	15 000	15 000	15 000
Résultat net après impôt (en FCFA)	6 102 528	6 102 528	6 102 528	6 102 528	6 102 528	6 102 528	6 102 528	6 102 528	6 102 528	6 102 528
Dotation aux amortissement (en FCFA)	615 673	615 673	615 673	615 673	615 673	615 673	615 673	615 673	615 673	615 673
Flux nets de trésorerie avec rémunération de l'opérateur (en FCFA)	6 718 200	6 718 200	6 718 200	6 718 200	6 718 200	6 718 200	6 718 200	6 718 200	6 718 200	6 718 200
Flux nets de trésorerie cumulés avec rémunération de l'opérateur (en FCFA)	6 718 200	13 436 400	20 154 600	26 872 800	33 591 000	40 309 200	47 027 400	53 745 600	60 463 800	67 182 000
Flux de trésorerie sans rémunération de l'opérateur (en FCFA)	8 518 200	8 518 200	8 518 200	8 518 200	8 518 200	8 518 200	8 518 200	8 518 200	8 518 200	8 518 200
Flux de trésorerie cumulé sans rémunération de l'opérateur (en FCFA)	8 518 200	17 036 400	25 554 600	34 072 800	42 591 000	51 109 200	59 627 400	68 145 600	76 663 800	85 182 000
Flux nets de trésorerie actualisés (en FCFA)	6 107 455	5 552 231	5 047 483	4 588 621	4 171 474	3 792 249	3 447 499	3 134 090	2 849 173	2 590 157
Flux nets de trésorerie actualisés sans rémunération de l'opérateur en FCF	7 743 818	7 039 835	6 399 850	5 818 045	5 289 132	4 808 302	4 371 183	3 973 803	3 612 548	3 284 135
Délai de récupération du capital investi		365 jours				Valeur Actuelle Nette			35 123 706	
0 ans 11 mois 4 jours	0,92	334,50 jours				Indice de profitabilité			6,70	
0 ans 8 mois 24 jours	0,72	263,81 jours				Valeur Actuelle Nette			46183927	
						Indice de profitabilité			8,50	

Un résumé de l'analyse économique se trouve dans le tableau ci-dessus. L'analyse estime un coût d'investissement d'environ 6 156 725 francs CFA ou 11 227 dollars par an pour une option de production de 90 tonnes par an. L'analyse économique suggère que l'entreprise pourrait réaliser des bénéfices au cours du premier mois. Il existe des possibilités évidentes d'améliorer les performances financières de l'entreprise, en se basant simplement sur les coûts d'autres opérations.

2.7 Mali - Transformation du beurre de karité en carburant à Bamako

2.7.1 Description du projet pilote et localisation

Le Mali est un pays enclavé dans la sous-région du Sahel en Afrique de l'Ouest, avec d'abondantes ressources naturelles et un vaste territoire. L'économie dépend fortement du secteur agricole, qui contribue à près de la moitié du PIB et emploie environ 80 % de la population. Le pays est donc vulnérable aux conditions climatiques défavorables et aux fluctuations des prix des produits de base. La croissance économique a légèrement diminué ces dernières années, estimée à 5,5 % en 2017 et qui devrait atteindre 5 % en 2018 et 4,9 % en 2019, en partie en raison de la fragilité de la situation politique du pays. Les ⁶taux élevés de croissance démographique, la sécheresse et les conflits civils ont alimenté la pauvreté, qui reste très répandue, en particulier dans les zones rurales (AfDB, 2020; World Bank, 2020).



Figure 12: Carte de l'Afrique de l'Ouest avec le Mali en médaillon

Tableau 14: Indicateurs macro-économiques et sociaux

Population	18 millions (50,1% d'hommes/49,9% de femmes)
Population urbaine	41% du total
PIB	15,3 milliards de dollars (2017)
Taux de croissance du PIB	5.3% (2017)
RNB par habitant	780 USD
Taux de chômage	7.9 % (2017)
Taux de pauvreté national	43.6% (2009)
Urbain	18.9%
Rural	50.6%
Monnaie	Franc CFA ouest-africain (CFA/XOF)
Langue officielle	Français
Ressources naturelles	Agriculture (coton) ; minéraux (or, bauxite, uranium)

Source : (Banque mondiale, 2020)

⁶ "Perspectives économiques du Mali", Banque africaine de développement (2018) : <https://www.afdb.org/en/countries/west-africa/mali/mali-economic-outlook/>

Depuis des siècles, le karité et le beurre produit à partir de son fruit sont au cœur de la vie des communautés rurales, principalement des femmes, au Mali et dans d'autres pays d'Afrique de l'Ouest. Le Mali possède l'une des plus grandes superficies d'arbres dans la ceinture dite du karité, mais les processus de production rudimentaires font que la production tourne autour de 80 000 tonnes/an, bien loin du potentiel estimé à 250 000 tonnes/an. Dans le même temps, le pays a eu tendance à exporter la noix ou le beurre de karité brut vers les marchés du Burkina Faso ou du Ghana plutôt que de capitaliser sur la valeur ajoutée pour ses propres producteurs.

Le pays a un énorme déficit en fourniture de bois-énergie aux utilisateurs. La plupart des arbres proviennent de forêts non exploitées et il n'y a donc pas de lois forestières respectées lors de l'exploitation. Cela signifie que les champs couverts d'arbres peuvent être entièrement défrichés. Un système de marché rural avait été mis en place pour créer des plateformes logistiques pour l'achat et la vente de bois-énergie et pour structurer le secteur ; mais malheureusement, ce système n'est plus respecté. Les modes de consommation des habitants des zones rurales et urbaines sont très différents : les habitants des zones rurales consomment des quantités croissantes de bois, qu'ils ramassent sans frais pour la plupart des ménages. Alors qu'en ville, la quantité de bois consommée diminue proportionnellement à une augmentation de la consommation de charbon de bois. Il n'est pas surprenant que les prix soient plus élevés en ville que dans d'autres endroits. Le coût du bois reste relativement bon marché à Bamako, même si les détaillants s'approvisionnent à des distances allant jusqu'à 150 km de la ville et connaissent des pénuries périodiques.

2.7.2 Justification des projets pilotes

Pour les communautés rurales, qui sont en dehors de l'économie formelle, le beurre de karité est un produit de plus en plus important mais encore sous-développé. Les femmes continuent de cueillir à la main les fruits des arbres sauvages qui poussent en abondance sur la terre rouge du Mali. Les noix sont extraites, bouillies, séchées et décortiquées par des groupes de femmes et de jeunes filles travaillant ensemble. Elles sont ensuite écrasées, grillées et broyées en une pâte pour en faire du beurre. Ce processus physiquement exigeant a peu changé depuis la fin du XVIII^e siècle, lorsque l'explorateur écossais Mungo Park a fait découvrir pour la première fois à l'Europe le beurre de karité et ses propriétés, le décrivant mieux que n'importe quel beurre de lait de vache.

Au cours des dix dernières années, l'ONUDI a soutenu le gouvernement du Mali dans ses efforts pour aider les communautés rurales à mieux exploiter le potentiel de valeur ajoutée du karité et à améliorer les moyens de subsistance des femmes qui dépendent de cette chaîne de valeur pour environ 80 % de leurs revenus. Le beurre de karité est traditionnellement utilisé pour la cuisine et comme produit cosmétique, notamment dans les crèmes et les savons pour la peau. Avec la popularité croissante des cosmétiques naturels en Occident, la demande de beurre de karité en tant que matière première dans l'industrie cosmétique a augmenté. Toutefois, les revenus des femmes n'augmenteront durablement que si les producteurs de beurre de karité sont en mesure d'accroître la valeur ajoutée et d'améliorer la qualité des produits et s'ils peuvent accéder aux marchés internationaux.

2.7.3 Brève description de la localisation du projet et des bénéficiaires

Au Mali, le tourteau de beurre de karité sera transformé en combustible frais. Le plus grand producteur de ce tourteau entend y parvenir seul, ce qui signifie qu'il existe déjà un site viable - l'usine de MaliShi, à quelques km au sud de Bamako. Les prix du carburant autour de Bamako sont élevés, c'est pourquoi ce sera une meilleure alternative à l'électricité. Le briquetage du beurre de karité est simple et le produit doit être suffisamment propre pour être brûlé sans danger dans les foyers ou pour des usages productifs (boulangeries, industrie, cuisine collective). Bamako est située dans la plaine inondable du fleuve Niger, ce qui entrave le développement le long du littoral et des affluents du Niger. Bamako est relativement plat, sauf dans le nord immédiat où il y a un escarpement, qui est ce qui reste d'un volcan éteint. Bamako est une ville animée avec un grand marché, des jardins botaniques et zoologiques, une communauté active d'artisans et plusieurs instituts de recherche.



Figure 13: Localisation de la communauté de Banankoro

Elle soutient quatre collèges et abrite la majorité des entreprises industrielles du Mali. La capitale nationale, Bamako, est située sur le fleuve Niger et est une ville en plein essor en raison de l'augmentation de l'immigration en provenance des zones rurales défavorisées.

Dans ce contexte, l'usine de MaliShi, à Banankoro au sud-est de Bamako, dispose d'un surplus de biomasse qu'elle cherche à développer. Pour produire du beurre de karité, l'usine traite cette année 16 000 tonnes d'amandes de karité. Environ 8000 tonnes de cet intrant sont extrudées sous forme de déchets de farine de karité qui sont consommés par des chaudières comme combustible. La production de briquettes de charbon de bois de poussière et de tourteau de karité se fait dans une presse. La matière première de ce site pour la production de briquettes est la farine de karité de l'usine, mais un liant doit être ajouté pour garantir l'intégrité de la briquette. Avant de fabriquer des briquettes, il faut faire un mélange de matière première et de liant et l'humidifier un peu. Le rendement sera de 100 % de tourteau de karité. L'usine de MaliShi préfère abriter l'unité de fabrication des briquettes, ce qui facilite la logistique pour l'approvisionnement en matières premières.

Les briquettes de farine de karité sont de bons combustibles non carbonatés (18-20 MJ/kg PCI). Ces briquettes sont produites sous forme cylindrique avec la possibilité d'adapter les diamètres aux besoins des consommateurs. Par exemple, des rondins de plus grand diamètre peuvent être fabriqués pour les boulangeries et d'autres activités économiques à grande échelle.

Les briquettes sont destinées aux ménages et aux activités génératrices de revenus telles que la boulangerie et la teinturerie dans la capitale. Toutefois, les ménages peuvent accéder au produit par le biais des points de vente s'ils le souhaitent. En dehors de la ville, la plupart des briquettes seront simplement distribuées aux collecteurs de noix de karité. La vente de bois à d'autres acteurs économiques, tels que les boulangeries dans les zones rurales et les petites villes, est également possible. Dans les zones rurales, 5 % des ménages achètent du bois, tandis que 98 % l'achètent par collecte. Dans ce dernier cas, la ressource est donc en grande partie gratuite. Dans les zones urbaines de Bamako mais aussi dans les petites villes environnantes, le bois destiné aux ménages et à l'usage économique doit d'abord être acheté.

2.8 Conclusion et recommandations

Cette évaluation suggère que, malgré les défis, il existe une opportunité de mécaniser la production de bioénergie dans des pays tels que le Cameroun, le Congo, la RDC, le Burundi, le Burkina Faso, la Côte d'Ivoire et le Mali, et de générer des bénéfices économiques et environnementaux.

Les prévisions concernant les recettes générées et le retour sur investissement sont encourageants. Cependant, il faut plus de détails. Plus précisément, il est nécessaire (1) d'élaborer une évaluation complète des risques associés aux préoccupations sociales et environnementales une fois que l'emplacement de la concession et de l'usine est délimité et que les plans de gestion ont été élaborés et, en outre, (2) le modèle économique doit inclure le service de la dette, qui ne peut être déterminé que lorsque les instruments de financement (par exemple, subventions, prêts, etc.) sont connus. En raison de ces inconnues, cette évaluation peut être considérée comme une étape importante vers l'évaluation des plans pilotes révisés. Ces projets présentent des plans ambitieux pour moderniser la production de bioénergie en Afrique. En cas de succès, les projets auront des répercussions qui pourront s'étendre bien au-delà des communautés. Toutefois, les défis techniques et les risques économiques ne doivent pas être sous-estimés.

2.8.1 Le sexe, l'environnement et d'autres facteurs

Genre. Au Mali, l'ethnicité et la religion sont des facteurs sociaux qui régissent les relations entre les sexes et façonnent le statut des femmes. Ces facteurs sont considérés comme des valeurs sociales et sous-tendent la gestion du ménage, qui sert de base aux relations entre les sexes. Les pratiques coutumières qui en résultent construisent et maintiennent les inégalités et les disparités et, dans une certaine mesure, renforcent la domination des hommes dans les familles. Malgré les progrès réalisés, des inégalités entre les sexes subsistent dans la situation générale du système éducatif malien.

Les producteurs de noix de karité sont des femmes qui collectent et transforment les noix pour en extraire des amandes. Ce processus de transformation (échaudage des noix) nécessite un combustible. Comme nous l'avons déjà dit, les femmes des zones rurales vont chercher du bois près des forêts. Mais cela a un coût environnemental car c'est une source de déforestation, et l'industriel voudrait l'atténuer.

Environnement. Le problème environnemental majeur au Mali est la désertification croissante du pays. L'érosion des sols, la déforestation et la perte de pâturages posent des problèmes environnementaux supplémentaires. Le Mali a également un approvisionnement en eau insuffisant : seuls 74 % des citoyens et 61 % des personnes vivant dans les zones rurales ont accès à de l'eau propre.

La déforestation galopante, l'approvisionnement insuffisant en eau potable, l'érosion des sols, la désertification, le braconnage, la pollution des terres et de l'eau (principalement due à de mauvaises conditions sanitaires, à l'élimination inadéquate des déchets agricoles et industriels), etc. sont quelques-uns des problèmes environnementaux auxquels le Mali est confronté aujourd'hui.

Les chiffres racontent l'histoire. En 1990, les forêts du Mali s'étendaient sur 14 millions d'hectares. Mais en 2000, elles couvraient 13 117 643 hectares, selon un rapport national sur l'état de l'environnement publié en 2005. Cela représente une réduction d'environ sept pour cent des forêts du pays d'Afrique de l'Ouest en seulement une décennie.

2.9 Analyse économique et financière

A terme, l'usine traitera 30 000 tonnes d'amandes, générant 14 000 à 15 000 tonnes de farine. Elle prévoit de consommer un maximum de 6 000 tonnes de farine en interne, soit 8 000 à 9 000 tonnes de farine potentiellement convertibles en bioénergie. L'usine souhaite fabriquer des briquettes avec ce surplus et les distribuer à ses fournisseurs d'amandes de karité.

L'analyse économique pour le projet pilote sera complétée après une collecte d'informations sur le terrain dans le cadre du livrable 4.

Annexe I

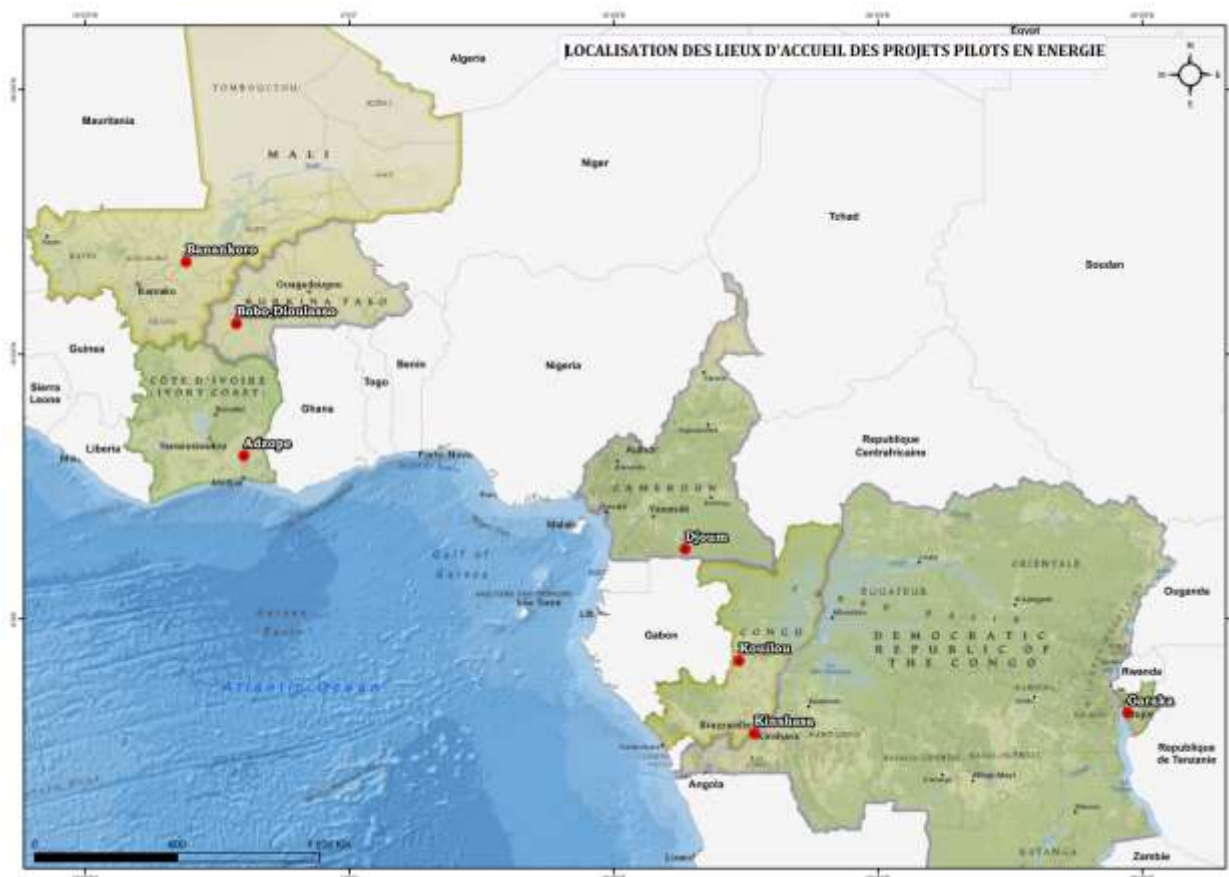


Figure 14: Localisation des projets pilotes de bioénergie en Afrique

3 Références/Bibliographie

- AfDB. (2020). *Mali: Economic Outlook*. Retrieved December 1, 2020, from Africa Development Bank Group: <https://www.afdb.org/en/countries/west-africa/mali/mali-economic-outlook>
- Clean Cooking Catalog. (2020). (United Nations Foundation) Retrieved 11 27, 2020, from Clean Cooking Catalog: <http://catalog.cleancookstoves.org/stoves/434>
- IMF. (2017). *Burkina Faso: Seventh review under the extended credit facility management - press release and staff report*. International Monetary Fund (IMF). Retrieved from <https://www.imf.org/~media/Files/Publications/CR/2017/cr17222.ashx>
- IMF. (2018). *Cameroon: First review under the extended credit facility arrangement, requests for waiver of non-observance of a performance criterion and modification of performance criteria- press release, staff report, supplementary information, and statement*. International Monetary Fund (IMF). Retrieved from <https://www.imf.org/-/media/Files/Publications/CR/2018/cr1809.ashx>
- Inyenyeri. (2020). Retrieved 11 27, 2020, from Inyenyeri: <https://www.inyenyeri.com/>

Moses, M. (2014). *Study report on the wood energy sector in the departments of the Pool and Plateaus*. Brazzaville.

World Bank. (2020). *Côte d'Ivoire: World Bank data*. Retrieved December 1, 2020, from Data.World Bank: <https://data.worldbank.org/country/C%3%B4te-divoire>

World Bank. (2020). *The World Bank in Mali*. Retrieved December 1, 2020, from World Bank Group: <https://www.worldbank.org/en/country/mali/overview>

World Bank. (2020). *The World Bank: Burkina Faso*. Retrieved December 1, 2020, from Data. World Bank: <https://data.worldbank.org/country/burkina-faso>

World Bank. (2020). *The World Bank: Mali*. Retrieved December 1, 2020, from Data. World Bank: <https://data.worldbank.org/country/mali>

World Bank. (2020). *World Bank: Cameroon*. Retrieved 12 1, 2020, from Data.World Bank: <https://data.worldbank.org/country/cameroon>