



**Agence Micro Projets**  
30 ans de microprojets

## EVALUATION ET CAPITALISATION DE MICROPROJETS

FEVRIER 2014



### **Le charbon vert, espoirs et réalités d'une alternative énergétique séduisante**

Etude commanditée par la **Guilde Européenne du Raid**

Réalisée par **Mathilde Laval, consultant indépendant**

Sous la direction de **Mélanie Lunel, Agence des Micro-Projets**

Avec le soutien de l'Agence Française de développement





# Le charbon vert, espoirs et réalités d'une alternative séduisante

VERSION DEFINITIVE

## **Editeur**

Etude publiée en février 2014 par La Guilde Européenne du Raid

## **Auteur**

Mathilde Laval, consultante internationale indépendante, avec l'appui de Youssouf Ouologuem, consultant malien, à la demande de la Guilde Européenne du Raid.

## **Comité de pilotage de l'étude**

Etude menée sous la direction de Mélanie Lunel, responsable de l'Observatoire des microprojets, Agence des Micro-Projets, avec l'appui du comité de pilotage interne à la Guilde :

Olivier Allard, délégué général de la Guilde

Patrick Edel, conseiller

Cécile Vilnet, coordinatrice de l'Agence des Micro-Projets, programme de la Guilde

## **Iconographie**

Copyright : Mathilde Laval pour la Guilde

## **Remerciements**

Nous tenons à remercier sincèrement toutes les personnes interrogées dans le cadre de cette étude pour leur disponibilité, pour la qualité de leurs contributions et pour leur enthousiasme.

## **Partenaire**

Etude réalisée avec le soutien de l'Agence Française de Développement



## SOMMAIRE

<b>Liste des Acronymes .....</b>	<b>4</b>
<b>1 Introduction et rappels méthodologiques .....</b>	<b>5</b>
1.1 Cadre et enjeux de l'étude .....	5
1.2 Méthodologie employée.....	5
1.2.1 Déroulé methodologique .....	5
1.2.2 Le choix de capitaliser à partir d'études de cas sur le terrain .....	6
1.3 Approche bibliographique : Qu'est-ce que le charbon vert ? .....	7
<b>2 Evaluation d'un projet innovant .....</b>	<b>10</b>
2.1 Description du projet porté par l'association yasagu .....	10
2.1.1 Historique et objectifs du projet.....	10
2.1.2 Déroulement du projet et ses suites.....	11
2.2 Evaluation du projet .....	13
2.2.1 Pertinence du projet .....	13
2.2.2 Efficacité du projet.....	15
2.2.3 Efficience du projet.....	18
2.2.4 Impact actuel du projet.....	19
2.2.5 Viabilité du projet .....	21
2.2.6 Conclusions de l'évaluation du projet Yasagu.....	22
<b>3 Les leçons apprises en capitalisant sur des projets au Cambodge,</b>	
<b>Sénégal, Mali et Ouganda .....</b>	<b>23</b>
3.1 Récapitulatif des projets étudiés et de leur production .....	23
3.2 Choix et disponibilité de matière première .....	24
3.3 Caractéristiques du site de production .....	27
3.4 Technologie et choix des machines .....	30
3.5 Ressources humaines et connaissances techniques.....	36
3.5.1 Financement .....	37
3.5.2 Vente et distribution du produit .....	37
3.6 Connaissance et utilisation du charbon vert.....	40
<b>4 Conclusions et atouts de l'approche microprojet pour la production</b>	
<b>de charbon vert .....</b>	<b>43</b>
<b>5 Annexes .....</b>	<b>44</b>
5.1 Grille de critères d'évaluation du projet Yasagu (Annexe 1) .....	44
5.2 Liste des personnes enquêtées dans le cadre de l'évaluation du projet de Yasagu (Annexe 2).....	45
5.3 Liste des projets enquêtés (Annexe 3) .....	46
5.4 Types de fours à charbon utilisés (Annexe 4).....	47
5.5 Fiche récapitulative des projets visités (Annexe 5) .....	48
5.6 Ressources bibliographiques (Annexe 6).....	68



## LISTE DES ACRONYMES

AMP	Agence des Micro-Projets
AFD	Agence Française de Développement
ARTI	Appropriate Rural Technology Institute
CNRS	Centre national de la recherche scientifique
CRA - W	Centre Wallon de Recherches Agronomiques
CVDB	Centre de Valorisation des Déchets Biodégradables
FCFA	Franc des Colonies Françaises d'Afrique
GVEP	Global Village Energy Partnership
GIE	Groupement d'Intérêt Economique
GERES	Groupe Energies Renouvelables, Environnement et Solidarités
ONG	Organisation Non Gouvernementale
PDSEC	Plan de Développement Economique et Sociale
RUBS	Résidus Urbains Biodégradables Urbains
USh	Ugandan Shilling



# 1 INTRODUCTION ET RAPPELS METHODOLOGIQUES

## 1.1 CADRE ET ENJEUX DE L'ETUDE

Souhaitant accompagner des projets innovants, l'Agence des Micro-Projets (AMP) a fait le pari en 2011 de financer l'association Yasagu dans un projet de fabrication et commercialisation de bûchettes de charbon à partir de résidus biodégradables. Le projet visait à créer un centre de valorisation des déchets ménagers (nommé CVDB) dans la commune de Bandiagara au Mali pour produire du charbon vert et fabriquer du compost biologique. Le CVDB s'est spécialisé dans la collecte de papiers et carton usagés, copeaux de bois et autres déchets secs cellulosés.

Le projet avait donc un double objectif : la lutte contre la déforestation grâce à la fabrication de charbon vert et compost et l'amélioration de la gestion des déchets en zone semi-urbaine. Une fois le financement de l'AMP terminé, l'association Yasagu a continué à travailler ce modèle de développement afin de l'améliorer. Cependant, le CVDB a actuellement encore d'importants défis à relever qui ne lui permettent pas d'atteindre un équilibre financier satisfaisant : la qualité du charbon vert produit n'est pas suffisante pour séduire les utilisateurs et la collecte des déchets est très coûteuse, ce qui se répercute durement sur les coûts de production et le prix final pour les ménages.

Ce premier constat pose une série de questions sur le projet : quelle solution apporter aux problèmes auxquels est confronté le CVDB ? Comment rendre le centre autosuffisant ? Ce constat pose également des questions sur les projets de charbon vert en général : un projet de production de charbon vert peut-il être rentable ? Sous quelles conditions ?

Pour répondre à ces interrogations et avec l'objectif d'identifier des clés de compréhension des projets de charbon vert, l'Agence des Micro-Projets a choisi de mener une étude d'évaluation et de capitalisation sur la thématique du charbon vert.

Cette étude s'inscrit dans la dynamique de l'observatoire que l'AMP a mis en place avec l'aide de l'Agence Française de développement (AFD) en 2013. Elle a pour but d'apporter une analyse sur les atouts et limites du charbon vert pour son introduction dans des projets de développement et principalement des microprojets. Elle vise à améliorer les connaissances sur l'effet des projets produisant et vulgarisant des énergies alternatives à la consommation de charbon de bois. Plus spécifiquement, l'étude a comme finalité :

- d'apprécier de manière indépendante les résultats du projet pilote « Yasagu » au Mali, soutenu par l'Agence des Micro-Projets,
- d'apprécier les résultats obtenus par les microprojets de type « charbon vert » soutenus dans des pays du Sud,
- de tirer les principaux enseignements de ces interventions et de formuler des conseils de bonnes pratiques concrets pour leur reconduction.

Ainsi cette étude a pour but de partir de l'évaluation d'un projet financé par l'AMP pour mener une réflexion sur la pertinence des projets de charbon vert.

## 1.2 METHODOLOGIE EMPLOYEE

### 1.2.1 DEROULE METHODOLOGIQUE

Cette étude comprend trois phases de travail.



**Dans une première phase, nous avons réalisé une évaluation ex-post de terrain du microprojet « Création de bûchettes de charbon à partir de résidus biodégradables des décharges sauvages à Bandiagara »** mis en œuvre par l'association Yasagu ([www.yasagu.org/](http://www.yasagu.org/)). Nous avons défini une série de critères à prendre en compte qui sont de deux types : ceux relatifs exclusivement au projet financé par l'AMP (pertinence, efficacité, efficience) et ceux prenant en compte les réajustements réalisés par Yasagu (impact, viabilité et répliquabilité). Pour chaque critère, des questions et hypothèses ont été associées qui sont présentées en annexe 1.

La collecte des données s'est faite in situ à travers une démarche participative et formative. Nous nous sommes réunis avec l'équipe de projet Yasagu, les travailleurs du centre, les GIE d'assainissement, les vendeurs de charbon vert, des acheteurs habituels de charbon vert et des acheteurs déçus<sup>1</sup>. Ces entretiens semi-directifs ont permis de collecter l'information nécessaire à l'évaluation des critères et de capitaliser autour des bonnes pratiques du projet, de ses effets, mais également de ses limites.

**Dans une deuxième phase, nous avons collecté des informations complémentaires sur les projets de production et commercialisation de charbon vert développés dans les pays du Sud.** Nous avons ainsi mené une étude bibliographique afin de réunir l'information disponible et existante sur la thématique « charbon vert ». Nous avons également pris contact avec le GERES, ONG française leader dans le secteur des énergies renouvelables, pour connaître ses avancées sur le thème du charbon vert. Finalement nous nous sommes concentrés sur le continent africain qui est le continent le plus touché par les problèmes de déforestation lié à la production de charbon et nous y avons sélectionné des pays considérés comme stratégiques afin d'y réaliser des visites de terrain. Deux pays ont été identifiés car ils regroupent un nombre important de projets de charbon vert et une grande diversité de porteurs de projets: le Sénégal comme pays représentant l'Afrique de l'Ouest et l'Ouganda comme pays représentant l'Afrique de l'Est.

Au total, dix projets ont été visités en Ouganda et au Sénégal ; et deux projets ont été contactés par entretiens téléphoniques et questionnaires au Cambodge et en Ouganda<sup>2</sup>. Pour chaque projet visité, nous nous sommes réunis avec l'équipe de projet sur le site de production et nous avons recueilli des données sur la disponibilité de matière première, les caractéristiques du site de production, la technologie choisie pour la fabrication du charbon, le financement du projet, la distribution du produit et la stratégie de développement.

**Dans une troisième phase, nous avons analysé l'information recueillie au cours des deux premières phases de l'étude afin d'identifier les principales difficultés rencontrées par les projets de charbon vert et les solutions trouvées pour les résoudre.** Pour ce faire, nous avons conduit une analyse comparative des différentes techniques de production et vente de charbon vert, à partir de données précises et concrètes. Cette analyse nous a permis de dégager les atouts et limites de chaque technique et de définir des critères à prendre en compte dans la formulation et l'exécution d'un microprojet de charbon vert pour qu'il soit une alternative énergétique pertinente et viable.

## **1.2.2 LE CHOIX DE CAPITALISER A PARTIR D'ETUDES DE CAS SUR LE TERRAIN**

Le point de départ de l'étude est une évaluation du projet conduit par l'association Yasagu à Bandiagara qui se centre principalement sur les difficultés rencontrées actuellement par le CVDB pour assurer la pérennité et la répliquabilité de ses activités. Cependant **plus que l'analyse d'un projet ponctuel, l'étude a pour objectif de mener une réflexion sur la pertinence des projets de charbon vert et de tirer les principaux enseignements de ces interventions pour formuler des conseils de bonnes pratiques pour leur reconduction.**

---

<sup>1</sup> La liste des personnes enquêtées se trouve en annexe 2.

<sup>2</sup> La liste des projets étudiés se trouve en annexe 3.

La recherche et analyse bibliographique a permis d'avoir une première vision générale des projets mais l'information disponible n'était pas suffisamment concrète et précise pour formuler des conclusions pratiques pour le développement de microprojets. Il était donc nécessaire de partir d'une analyse de terrain à la rencontre de ces projets.



### **Plus value des études de cas dans le processus de capitalisation**

Aller sur le terrain a permis de recueillir l'information nécessaire pour pouvoir réaliser une analyse comparative de différentes techniques existantes pour la fabrication de charbon vert. Il a été possible de connaître les énormes difficultés de rentabilité rencontrées par les projets. De manière générale, la production réelle est souvent bien inférieure à la capacité de production et certains projets tournent au ralenti ou sont même arrêtés. Cependant se rendre sur le terrain n'a pas seulement permis d'identifier les difficultés des projets, mais également de voir les réussites et les stratégies déployées par chacun pour faire face aux obstacles.

**Chaque projet témoigne d'une grande créativité et a développé des pratiques extrêmement intéressantes qu'il aurait été difficile de collecter sans aller sur le terrain** et sans avoir un réel échange avec les producteurs de charbon vert.

## **1.3 APPROCHE BIBLIOGRAPHIQUE : QU'EST-CE QUE LE CHARBON VERT ?**

Le bois-énergie demeure incontestablement la principale source d'énergie de cuisson des pays du Sud. En Afrique subsaharienne, il représente plus de trois quarts de la consommation en énergie des ménages. Combinée à d'autres facteurs tels que l'agriculture extensive, l'exploitation du bois de chauffe expose les forêts à des dégradations importantes et à des risques environnementaux majeurs. C'est pourquoi de nombreux projets voient le jour proposant une diversification des sources d'énergie domestique afin de diminuer la pression exercée sur les ressources forestières. Cependant une substitution des énergies dites « traditionnelles » par d'autres formes d'énergie est extrêmement délicate en raison de la pauvreté de la population touchée. Les ménages qui choisissent d'utiliser le bois-énergie pour la cuisson des aliments n'ont bien souvent pas accès à d'autres sources d'énergie, car elles sont trop coûteuses ou inaccessibles.

Dans ce contexte, le charbon vert semble être une alternative très séduisante au bois-énergie. Le charbon vert est du charbon produit à partir de résidus biodégradables riches en carbone, principalement à partir de résidus agricoles et de résidus ménagers. Il se présente sous forme de briquettes ou de boules de la taille de morceaux de charbon de bois traditionnel et pourrait servir dans la plupart des fours utilisés dans les pays du Sud. En théorie, c'est donc un produit similaire au charbon de bois tant par son aspect que par son utilisation qui permet d'éviter la coupe des arbres.

Il existe un certain nombre de sources bibliographiques<sup>3</sup> qui décrivent les étapes de fabrication du charbon vert. Ces étapes peuvent être résumées de la manière suivante :

---

<sup>3</sup> Les sources bibliographiques utilisées au cours de l'étude se trouvent compilées en annexe 6.



## 1. La collecte et préparation de la biomasse

Les sources bibliographiques soulignent une grande variété de biomasse, autres que le bois, valorisables en charbon vert tels que les résidus de charbon, les résidus agricoles et agro-industriels (tiges de mil et de coton, balles de riz, coques d'arachide, etc.), les plantes aquatiques nuisibles à forte prolifération comme le *Typha Australis* et les déchets domestiques et industriels biodégradables à forte teneur en carbone. Le type de matière première conditionnera la technologie à adopter et la qualité du charbon produit.

Afin de capter cette matière première, le projet doit développer une stratégie de collecte, que ce soit par la signature de contrat avec d'importants producteurs de déchets (moulins à riz qui vendent les balles de riz, producteurs de charbon qui vendent les résidus de charbon, etc.) ou par un système de collecte tel que le réalise l'association Yasagu. Le point important est d'avoir accès à une biomasse proche du centre de production de charbon en quantité suffisante tout au long de l'année.

## 2. La pyrolyse

La pyrolyse, appelé également étape de carbonisation, est la décomposition thermique de matières organiques en l'absence d'oxygène ou en atmosphère pauvre en oxygène. L'équipement utilisé pour cette étape peut être extrêmement variable. Ainsi, les petits producteurs utilisent de simples fours construits à partir de bidons de fer recyclés. Les groupements de producteurs peuvent avoir accès à un matériel de capacité plus importante et avec un meilleur contrôle de la combustion. Pour leur part, les grandes entreprises de production de charbon vert possèdent du matériel mécanisé et souvent importé d'Europe ou des Etats-Unis. Chaque matériel possède atouts et inconvénients qui seront analysés au cours de la présente étude.



Figure 1 : Deux technologies utilisées pour la pyrolyse (Source : ARTI-TZ)

## 3. L'ajout d'un liant

Les résidus obtenus de la pyrolyse sont généralement sous forme de poudre. Cette poudre est mélangée à un liant afin de permettre son compactage. Les sources bibliographiques font état d'un certain nombre de liant : l'amidon, la gomme arabique, la mélasse et l'argile.

## 4. Le compactage des résidus obtenus en briquettes de charbon

Cette étape montre une grande variabilité de techniques utilisées : le compactage peut se réaliser à l'aide de presse manuelle ou industrielle en fonction du niveau de mécanisation choisie. Le choix de la presse dépend de la capacité de production voulue. Un aspect important de cette étape est



le choix de la forme des briquettes et le niveau de compactage. En effet, la combustion ne se réalisera pas de la même façon si le charbon se trouve sous forme de boulets ou de briquettes. Le niveau de compactage qui influera directement sur la vitesse de combustion sera moins homogène dans le cas d'un compactage manuel que dans le cas d'un compactage mécanique.



Figure 2 : Trois technologies utilisées pour le compactage (Source : Engineering for Change)

## 5. Le séchage des briquettes

Cette étape a pour but de diminuer le niveau d'humidité afin d'améliorer la combustion des briquettes. Le séchage peut se faire à l'air libre dans le cas de régions à faible pluviométrie. Cependant de nombreux documents font état du besoin de mettre en place des structures de séchage.



Figure 3 : Deux technologies utilisées pour le séchage (Source : ARTI-TZ)

## 6. L'emballage et la vente des briquettes

L'emballage est une étape importante en relation directe avec le marketing du produit. Le choix du volume vendu est primordial et doit s'adapter à la clientèle cible. La vente peut se faire sur un marché ou à un point de vente sur le site de production ou même par une distribution directe aux clients.

Ainsi le processus de fabrication et de vente du charbon vert montre une grande variabilité en fonction du contexte de production. Ce processus reste encore un processus novateur pour lequel il ne se dégage pas de référentiels clairs et pour lequel il est important de définir des critères à prendre en compte pour faciliter le succès de ce type de projet.



## 2 EVALUATION D'UN PROJET INNOVANT

### 2.1 DESCRIPTION DU PROJET PORTE PAR L'ASSOCIATION YASAGU

#### 2.1.1 HISTORIQUE ET OBJECTIFS DU PROJET

L'association Yasagu développe son premier projet de production de charbon vert de janvier à septembre 2011 sur la décharge de Djandjiguila à Bamako (Mali). L'équipe choisit d'adapter au contexte malien une technique développée par l'ONG indienne ARTI. Initialement, le charbon est fabriqué à partir d'un mélange de déchets biodégradables domestiques solides non-décomposés (papier, carton, feuille, tiges) et de terreau omniprésent dans les décharges.

Une évaluation des fumées du charbon produit est menée au CNRS en France et les fumées montrent la présence de métaux lourds. Le projet est donc transféré à Bandiagara, une zone rurale, où Yasagu pense que les tourbes des décharges ne contiendront pas de métaux lourds. Cependant Yasagu fait le même constat qu'à Bamako : le charbon produit une odeur qui « pique » au cours de sa combustion, indicateur de la présence de produits toxiques dans les fumées.

Yasagu fait donc appel à un expert pour voir s'il est possible de faire disparaître les métaux lourds du charbon vert produit. C'est ainsi que Yasagu prend contact avec le professeur Ouédraogo. Celui-ci propose de travailler en suivant le principe de prévoyance. Cela consiste à sélectionner la matière première à la source pour éviter sa contamination par des métaux lourds.

C'est ainsi que se formule le projet Yasagu de production de briquettes de charbon et de compost à partir de la valorisation des déchets urbains pour la ville de Bandiagara. Dans ce second projet, la technologie employée est toujours la technologie de l'ONG ARTI. Par contre, les résidus biodégradables sont collectés avant que la matière organique ne se décompose afin que les résidus restent vierges de toute contamination due à une dégradation en milieu pollué. Cela permet ainsi d'éviter de produire du charbon toxique comme c'était le cas du charbon produit dans le premier projet de Bamako. Le projet comprend donc une composante essentielle de réorganisation du tri de la biomasse pour ne faire du charbon qu'à partir de biomasse non dégradée dans un environnement polluant.

Le projet est mis en œuvre dans la commune de Bandiagara qui est située à environ 65 km à l'Est de la capitale régionale, Mopti. Elle a une population totale d'environ 25.000 habitants qui se regroupent en un peu plus de 3.200 concessions. Le projet financé par l'Agence des Micro-Projets a une durée prévue de 6 mois pour un montant total de 24.506€ et un financement de la part de l'Agence de 19.200€ qui comprend deux subventions Guilde, les dotations Nord-Sud (sur fonds de soutien AFD) et le prix Pierre-Georges Latécoère pour l'innovation solidaire<sup>4</sup>. Ce projet est également lauréat du Jardin des Innovations lors du Salon des Solidarités en 2012.

L'objectif global du projet est de participer à la stabilisation du couvert ligneux en favorisant le renouvellement des ressources forestières du cercle par la limitation de la coupe du bois à des fins de production d'énergie domestique. Il comprend trois objectifs spécifiques :

- Produire 900 kg en moyenne par jour de charbon vert à partir des résidus biodégradables présents dans les décharges sauvages de la commune urbaine de Bandiagara et le vendre à plus bas prix que le charbon de bois.
- Créer des activités génératrices de revenus : créer 18 emplois de charbonniers, spécialiser 3 GIE d'assainissement dans le ramassage de déchets biodégradables.

---

<sup>4</sup> Le montant attribué par l'Agence des Micro-Projets au cumulé à Yasagu s'élève à 11 500 €.



- Améliorer l'assainissement : mettre en place une aire de recyclage des déchets biodégradables et initier un tri entre les matières biodégradables et non-biodégradables.

## 2.1.2 DEROULEMENT DU PROJET ET SES SUITES

Le projet financé par l'AMP débute en octobre 2011. En novembre, le coordinateur du projet recrute un éboueur et achète une charrette afin d'organiser la collecte des déchets à la source en collaboration avec les GIE d'assainissement. Yasagu distribue également 200 paniers en osier de grande taille fabriqués dans un village de la falaise et 300 sacs pour permettre aux foyers d'avoir un contenant adéquat pour collecter à la source les déchets. Yasagu prévoit de payer les déchets 10 FCFA/kg aux GIE. Les GIE achètent pour leur part les déchets à 5 FCFA/kg dans les concessions. La position de Yasagu est de se limiter à la valorisation des RUBS (résidus urbains biodégradables solides). La liste des déchets utilisés est la suivante : papier, carton, tiges, copeaux de bois, branches et feuilles d'arbres taillés, coupons de tissus, de coton, fines de charbon, restes généralement brûlés du décorticage des céréales, coques d'arachides, os, cornes d'animaux.



Figure 4 : Four de carbonisation utilisé par Yasagu

En parallèle le projet recrute 2 charbonniers et fabrique 6 fours de carbonisation pour initier la production de charbon vert à partir de RUBS. Les fours sont des fûts en fer troués et munis d'un couvercle et d'une cheminée. La poussière de charbon obtenue est mélangée à de l'amidon puis elle est moulée sous forme de briquettes. Le premier moule (ou extrudeuse) est un hachoir manuel adapté qui peut produire 5 kg de charbon par heure. L'équipe commence à travailler sur un site de production temporaire en attendant d'avoir fini la construction du centre définitif qui se trouvera sur un terrain que la Commune Urbaine de Bandiagara alloue à Yasagu à titre gracieux. Durant les mois de novembre et décembre, Yasagu fait connaître le nouveau produit en diffusant un spot radio de promotion du charbon vert tous les samedis matin.

Le centre définitif de production (Centre de Valorisation des Déchets Biodégradables ou CVDB) est construit de janvier 2012 à avril 2012 sur un terrain d'environ 60 mètres sur 80 mètres. Le site comprend un magasin de 6 mètres de long, un bureau de même taille, un espace clos en banco pour stocker les RUBS, un hangar pour la production de bûchettes ainsi que 3 puits et un hangar pour la production de compost. La production de compost est définie par Yasagu comme une activité complémentaire de la production de charbon vert. En effet durant la saison des pluies, les conditions climatiques ne permettent pas de sécher le charbon vert et il est également difficile de carboniser la matière première mouillée. C'est pourquoi entre juillet et octobre, le CVDB cesse la production de charbon vert pour se concentrer sur la production de compost.



Figure 5 : A gauche, hangar pour le compostage des déchets. A droite, bureau du centre.

Dès janvier 2012, le projet recrute 2 charbonniers supplémentaires et un assistant pour aider le directeur du CVDB. 4 fours sont fabriqués, ce qui élève à 10 le nombre de fours de carbonisation. La production de charbon est améliorée avec l'utilisation d'un nouveau moule à bûchette motorisé qui permet une production de 60 kg de briquettes par heure.

Yasagu se rend compte qu'en achetant les RUBS 10FCFA/kg aux GIE et en prenant en compte le prix de vente du charbon traditionnel, le CVDB ne peut pas atteindre un équilibre financier. C'est pourquoi Yasagu décide de revoir à la baisse le prix d'achat des RUBS aux GIE (5 FCFA/kg) mais les GIE n'acceptent pas ce prix. Yasagu doit donc trouver un autre système de collecte des déchets. En mars 2012, Yasagu achète une motobenne et recrute un éboueur supplémentaire pour renforcer sa capacité de collecte de déchets. L'équipe du centre organise le tri et la collecte des RUBS et leur stockage dans le CVDB. Ces déchets sont achetés à la population 5 FCFA/kg.

Malgré les difficultés rencontrées pour la collecte, en mars 2012 (fin du financement AMP), Yasagu réussit à collecter chaque semaine environ 1,5 tonne de RUBS. En mai 2012, la collecte atteint 2 tonnes par semaine. Yasagu collecte également des déchets de charbon de bois pour mélanger à la poussière de charbon vert afin d'améliorer la qualité du produit. La production de charbon est de l'ordre de 200 à 250 kg par semaine en mars 2012 et atteint 330 kg en mai 2012.

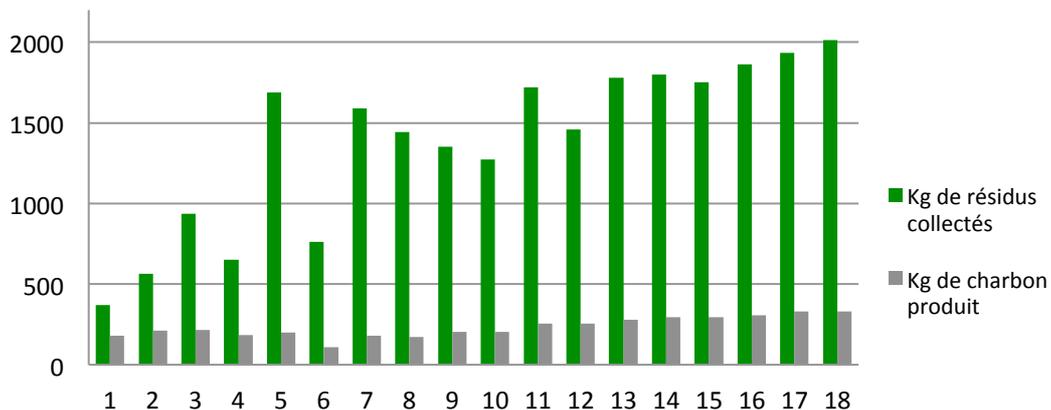


Figure 6 : Evolution hebdomadaire de la collecte de déchets et de la production de charbon vert entre janvier et mai 2012

En parallèle, Yasagu mène une série d'activités de sensibilisation auprès de la population locale. En janvier 2012, un film de sensibilisation en peuhl, dogon et bambara est présenté dans chaque quartier de la ville. Au cours de la projection du film, Yasagu présente le projet et sélectionne un vendeur de charbon vert par quartier (9 vendeurs sélectionnés). Dans un premier temps, Yasagu offre le charbon pour faire connaître le produit et organise des réunions pour la vente. Cependant, peu d'utilisateurs changent leur habitude et achètent du charbon vert. En mars 2012 (fin du financement AMP), le problème de la mévente n'est pas encore résolu et le CVDB ne peut pas fonctionner de manière autonome. Yasagu obtient des fonds supplémentaires pour continuer le projet initié (appui de



la Région Centre). Sur l'ensemble de l'année 2012, le CVDB réussit à traiter 100 tonnes de RUBS et en 2013 il traite 140 tonnes de déchets.

Cependant le problème de la mévente de charbon vert reste très important. En 2013, Antoine Cochenec de l'ENSTIB réalise des tests sur la qualité énergétique des bûchettes. Les résultats révèlent ce que les ventes indiquaient : la qualité du charbon n'est pas satisfaisante pour le prix auquel est vendu le charbon vert. La production de charbon vert se montre alors difficilement rentable dans le contexte de Bandiagara, car la qualité du produit ne permet pas de vendre le charbon à un prix qui assure la viabilité du CVDB. Face aux difficultés rencontrées pour produire et vendre le charbon vert, Yasagu choisit de favoriser le compost. Yasagu préfère augmenter la production de compost qui pourrait permettre au CVDB d'améliorer ses recettes et d'atteindre l'équilibre financier. Ainsi, alors qu'en mars 2012, Yasagu avait comme objectif de traiter seulement 40% des RUBS en compost, aujourd'hui Yasagu pense nécessaire de traiter 80% des RUBS en compost.



Figure 7 : Vendeur avec 1kg de charbon vert à gauche et 1kg de charbon de bois à droite

Malgré cela, le charbon vert continue à être une priorité pour Yasagu. Pour améliorer la qualité du charbon vert produit, et apprenant des différentes évaluations réalisées en interne et en externe, Yasagu définit trois objectifs à atteindre qui restent à l'ordre du jour:

- Améliorer la qualité du charbon qui a un pouvoir calorifique faible.
- Améliorer le taux de collecte des déchets.
- Augmenter la vente de briquettes en établissant une stratégie de vente et de communication de ce nouveau produit qu'est le charbon vert.

Aujourd'hui il semble essentiel de trouver des solutions à ces problématiques. En effet, Yasagu a obtenu un financement de l'Union Européenne pour mener un projet similaire à Mopti (70km de Bandiagara) qui a été lancé à la fin de l'année 2013.

Quant au site de Bandiagara, face aux grandes difficultés rencontrées par le CVDB en 2013 pour produire et vendre du charbon vert, Yasagu a pris la décision en janvier 2014 d'arrêter la production de charbon vert à Bandiagara. Le CVDB se concentrera sur la production de compost comme activité de valorisation de déchets biodégradables.

## 2.2 EVALUATION DU PROJET

### 2.2.1 PERTINENCE DU PROJET

#### Evaluation générale de la pertinence du projet :



Le projet a été formulé par les membres de Yasagu qui avaient pris part au projet de production de charbon vert de Bamako. Des dogons faisaient parti de l'équipe et c'est pourquoi l'idée est venue de travailler à Bandiagara (principale ville du pays dogon). Le PDSEC 2010-2014 de Bandiagara annonçait une production quotidienne de déchets de 12 tonnes par jour (dont 60% de matière organique), ce qui démontrait que la zone avait suffisamment de RUBS pour mettre en place un projet de production de charbon vert. La Direction locale des Eaux et Forêts avait également réalisé une analyse des quantités de charbon utilisées à Bandiagara pour étudier la demande en charbon de la ville. Ainsi **le choix de la zone d'intervention a été réfléchi en s'appuyant sur une série d'études.**

Cependant, par la suite, Yasagu a réévalué la production de déchets à 4 tonnes par jour dont 80% de déchets organiques. Ainsi la ville ne produirait que 3,2 tonnes de RUBS par jour ce qui



représente moins de la moitié de la production quotidienne annoncée. De plus les charretiers ne peuvent collecter que 50% des déchets produits : 1,6 tonne par jour maximum. Ainsi **la zone d'intervention qui semblait pertinente pour le dimensionnement d'un centre de production de 900 kg de briquettes de charbon vert par jour ne pourrait au maximum que permettre la production de 200 à 250 kg de briquettes de charbon par jour**<sup>5</sup> (dans le cas où tous les déchets collectés pourraient être utilisés pour faire du charbon).

En ce qui concerne la place des autorités locales dans la formulation du projet, des réunions ont été organisées avec la Mairie de Bandiagara qui a apporté une lettre de soutien au projet (datée de mars 2011). Yasagu a travaillé avec l'appui des services municipaux à la formulation de ce projet. La municipalité a donné un terrain et a été très intéressée par le projet. Ainsi les stratégies des autorités locales ont été prises en compte au cours de la formulation.

Les GIE d'assainissement affirment aussi avoir pris part à des réunions d'informations (3 rencontres au niveau de la mairie) pour leur présenter les objectifs et le but du projet. Au cours de ces réunions, chaque acteur a donné son point de vue sur sa disponibilité et son envie d'adhérer au projet.



Figure 8 : A gauche, four rempli des déchets non carbonisés, à droite four rempli de déchets carbonisés

Finalement en ce qui concerne le choix de la technologie choisie, elle découle d'un travail de recherche-action commencé à Bamako mais qui, malheureusement, n'était pas encore abouti au moment de la formulation du projet financé par l'AMP. La solution choisie par le projet avait été de résoudre une partie du problème d'assainissement de Bandiagara en associant un dispositif de recyclage des déchets à la fabrication de charbon. Aujourd'hui, Yasagu doute de la pertinence de ce choix et a d'ailleurs pris la décision d'augmenter la production de compost à partir de déchets aux dépens de la production de charbon vert.

Un élément clé dans le choix de la technologie a été l'évaluation du CNESOLER de mai 2011. CNESOLER avait évalué que le charbon produit « dégage bien de la chaleur et est performant ». Cette information est certes exacte mais cela ne quitte pas le fait que le charbon Yasagu dégage moins de chaleur que le charbon de bois et est considéré comme moins performant par la plupart des utilisateurs. Ainsi **lorsque Yasagu décide de vendre le charbon vert « moins cher » que le charbon de bois, en réalité ce n'est pas le cas, puisque les utilisateurs ont besoin de plus de charbon vert que de charbon de bois pour cuire la même quantité de nourriture**, selon les entretiens réalisés à Bandiagara au cours de notre évaluation.

<sup>5</sup> Nous utilisons l'information de Yasagu, selon laquelle 7kg de déchets sont nécessaires pour produire 1 kg de charbon vert.



Présenter un projet de coopération qui choisit une technologie innovante reste un grand défi et peut évidemment être pertinent. Quelles pistes auraient pu être envisagées pour faciliter l'exécution d'un projet de recherche-action de ce type ?

Les GIE d'assainissement ont été impliqués comme des acteurs bénéficiaires du projet. Yasagu a choisi de leur payer le kilo de RUBS à un prix fixe, comme cela est le cas dans une relation classique avec un fournisseur de matière première. Cependant le projet était encore, à ce moment, en période d'essai et les coûts de production du charbon ainsi que le prix de vente n'étaient pas encore connus. En fixant un prix d'achat des RUBS aux GIE trop élevé au départ, Yasagu a dû par la suite négocier longuement avec les GIE sans que cela n'aboutisse à des résultats positifs. Yasagu doit aujourd'hui réaliser de manière autonome la collecte des déchets. **Incorporer un GIE au projet en payant un montant mensuel fixe aurait permis, dans un premier temps, de ne pas créer un « marché » du déchet.** Yasagu aurait pu ainsi avoir accès aux temps de travail de la collecte et du tri et, par la suite, aurait pu construire avec les GIE un prix du déchet sur la base de données de terrain.

Un autre point important que nous avons pu mettre en lumière au cours des entretiens de terrain et que certains utilisateurs ont essayé les premières briquettes produites encore avec la tourbe des décharges. Leur mauvaise expérience ne leur a pas donné envie de réessayer par la suite alors même que le charbon avait été amélioré. Cet aspect est similaire au problème rencontré avec les GIE : **dans un projet innovant de ce type, il peut être essentiel de faire participer les utilisateurs non pas comme des clients d'un produit fini mais comme testeurs d'un produit en devenir.**



#### Ce qu'il faut retenir de la pertinence du projet

- Il est très important de ne pas surévaluer la disponibilité de matière première. Dans un contexte où la population a une grande culture de recyclage des déchets, la matière première disponible est bien inférieure à la matière première produite et elle est souvent difficile d'accès, rendant sa collecte coûteuse.
- Il est essentiel de ne commencer la commercialisation du charbon vert qu'une fois que le produit est de bonne qualité et que son prix peut être fixé, en fonction des coûts de production et des prix du marché du charbon de bois, afin d'assurer la rentabilité du projet et l'intérêt des consommateurs.

## 2.2.2 EFFICACITE DU PROJET

### Evaluation générale de l'efficacité du projet :



De manière générale, le projet a permis la mise en place du Centre de Valorisation des Déchets Biodégradables à Bandiagara. Le centre a atteint son principal but qui était de créer des bûchettes de charbon à partir de résidus biodégradables et de produire du compost biologique. Cependant le projet a rencontré d'importantes difficultés qui ont des répercussions sur les résultats attendus et la réalisation des activités prévues.

Un premier problème rencontré a été lié à l'insécurité au Mali pendant la période d'exécution du financement AMP. En janvier 2012, l'aéroport de Sévaré est fermé et le tourisme baisse énormément, ce qui diminue également les déchets produits. La responsable de Yasagu France, qui réside à Bamako, n'a pas pu se rendre sur place pour accompagner le projet entre février 2012 et décembre 2013. Cela a tout de même eu des effets positifs car l'équipe locale a dû montrer un grand esprit d'initiative pour réussir à gérer de manière autonome un projet très innovant.



Cependant cet effet inattendu n'est pas le seul problème rencontré au cours de la réalisation du projet. Ainsi le premier objectif spécifique du projet était de « produire 900 kg en moyenne par jour de charbon vert à partir des résidus biodégradables présents dans les décharges sauvages de la commune urbaine de Bandiagara et le vendre à plus bas prix que le charbon de bois ». Cette production devait être distribuée en 6 micro-ateliers de production avec chacun 3 fours de carbonisation et 3 charbonniers.

Au final, Yasagu a choisi de développer un seul site de production équipé de 10 fours de carbonisation et produisant au maximum 330 kg de charbon vert par semaine (selon les données recueillies entre janvier et mai 2012). Durant l'année 2012, le CVDB a produit au total 7,4 tonnes de briquettes et 12,3 tonnes de compost.

Le choix de regrouper les fours de carbonisation dans un même lieu permet de centraliser la collecte des déchets et limite les nuisances liées aux fumées de carbonisation. En effet, au début du projet, le CVDB était en centre ville mais les voisins se sont plaints de la fumée que dégageaient les fours. C'est pourquoi la mairie a cédé un terrain à l'écart des habitations pour faire le centre de production. Ce nouveau centre est plus grand et a suffisamment d'espace pour stocker les résidus sur le lieu de la carbonisation.



Figure 9 : A gauche, compostières du centre. A droite, stockage des déchets sur le site du CVDB

Le principal problème en terme d'efficacité, quant au premier objectif, est que la production réalisée représente moins de 10 % de la production prévue, en prenant en compte une production hebdomadaire prévue de 4,5 tonnes, c'est-à-dire 5 jours de production par semaine.

**A quoi est due cette différence ?** Dans un premier temps, la disponibilité de matière première est bien inférieure à ce qui avait été évalué et le prix d'achat des déchets par Yasagu n'est pas suffisant pour inciter les GIE d'assainissement à prendre part à la collecte. Les entretiens menés avec le personnel du CVDB responsable de la collecte et du tri des déchets montrent que c'est un travail extrêmement lent et fastidieux. Un membre de l'équipe dit même que : « A force de vouloir ramasser les résidus pour la production du charbon vert, l'activité d'assainissement était plus visible que la production même du charbon vert. » **La pénibilité de la collecte de matière première à Bandiagara a donc peut-être été sous-évaluée par Yasagu.** Selon l'information donnée par les GIE, il faut 25 jours de travail pour collecter 5 tonnes de RUBS (ce qui représenterait 25 000 FCFA). Aujourd'hui seules 25 des 200 familles qui avaient reçu un panier en osier continuent à collecter des ordures. Selon les travailleurs du CVDB, les familles abandonnent la collecte car le tri à la base est considéré comme trop pénible. Mais l'abandon des familles est surtout dû au fait que les résidus sont payés en charbon vert en fonction de la qualité des résidus. Les critères sont : peu de plastique ou caoutchouc, pas de métaux lourds, fer ou diodes. Or la plupart des usagers considèrent que le charbon vert du CVDB est de mauvaise qualité. Ainsi des clientes déçues affirment qu'il faut 2kg de charbon vert pour cuire la



même nourriture qu'avec 1kg de charbon de bois. L'allumage est également difficile et le charbon vert produit beaucoup de cendres.

De plus nous avons rencontré un instituteur d'une école de Bandiagara qui nous a fait part de deux données importantes. Premièrement, les sacs de déchets biodégradables (papiers) qu'il a remplis avec l'aide des élèves n'ont jamais été payés par le centre : il a dû réclamer pour recevoir des échantillons de charbon vert sans qu'on lui explique comment l'utiliser. Deuxièmement, cela fait 7 mois que le centre ne passe plus chercher les sacs de déchets, ce qui pose des questions sur la production actuelle du centre. Le ramassage n'est donc plus organisé et le règlement des sacs de déchets en charbon vert n'a pas été systématique. Ainsi, ce n'est pas seulement la pénibilité de la collecte qui est responsable de l'abandon des familles mais c'est surtout le manque d'organisation et de paiement de la collecte.

Cependant **le principal problème rencontré par le projet pour atteindre le premier objectif est que le charbon vert ne se vend pas**. Si le produit ne se vend pas, augmenter la production ne résoudra malheureusement pas le problème de mévente. Les buchettes produites aujourd'hui sont envoyées à Mopti car elles ne trouvent pas de clients à Bandiagara. Certains distributeurs de Bandiagara qui ont encore du charbon vert souhaitent d'ailleurs le rendre car ils n'arrivent pas à le vendre. L'amélioration de la qualité du charbon n'est que peu visible puisque les distributeurs continuent à avoir de vieux stocks et que les clients ont été déçus au départ.

Le deuxième objectif était de créer des activités génératrices de revenus en créant 18 emplois de charbonniers, et en spécialisant 3 GIE d'assainissement dans le ramassage de déchets biodégradables.



Figure 10 : Entretien avec la présidente du GIE WALU-KULO-BALA qui garde encore 2 sacs de déchets pour le CVDB

Aujourd'hui 9 personnes travaillent au CVDB tous les jours de 8 heures à 15 heures. De plus, un gardien vient monter la garde la nuit. La grande majorité du personnel continue à avoir une deuxième activité en complément du travail au centre (le maraîchage). Certes le projet a créé une activité génératrice de revenus pour 10 personnes (56% de l'objectif prévu) mais pour l'instant il ne semble pas que ce soit grâce à la vente de charbon ou de compost que ces revenus soient générés : actuellement, par exemple, les salaires viennent des prestations (formation et suivi de production de charbon vert et compostage) que le centre fait au niveau du PAOSC II (Projet d'Appui au Organisation de la Société Civil 2<sup>ème</sup> phase) à Sévaré/Mopti.

En ce qui concerne les GIE d'assainissement, la relation entre Yasagu et les GIE a été interrompue car les deux parties n'ont pas réussi à se mettre d'accord. Cette partie de l'objectif n'a donc pas été remplie.



Le troisième objectif était d'améliorer l'assainissement en mettant en place une aire de recyclage des déchets biodégradables et en initiant un tri entre les matières biodégradables et non-biodégradables.

Le CVDB mis en place par le projet remplit cette fonction et permet de collecter les déchets biodégradables et de les recycler en compost ou en charbon vert. Cet objectif semble donc avoir été atteint. Un pourcentage non négligeable de matières non-biodégradables, principalement des plastiques, est également collecté car le tri à la source n'est pas total. Les déchets non-biodégradables doivent être séparés des matières biodégradables au CVDB. Cependant, ne sachant que faire de ces plastiques, les travailleurs du CVDB les brûlent pour les faire disparaître, ce qui est très polluant.

Ainsi de manière générale l'efficacité du projet a été relativement faible. Cela ne signifie pas que Yasagu n'ait pas atteint des résultats importants et de qualité. Cependant, **sachant que le projet était très innovant et de courte durée, les objectifs auraient sûrement dû être beaucoup plus modestes et se présenter plus comme des objectifs d'un projet pilote de recherche-action, plutôt que de s'inscrire dans une démarche de vente d'un produit classique.**



#### Ce qu'il faut retenir de l'efficacité du projet

- Il est très important de ne pas sous-estimer la pénibilité de la collecte. Les déchets ne sont pas gratuits, ils ont un coût de collecte qui peut être très élevé dans une zone avec peu de disponibilité de matière première.
- Lorsque le projet s'engage à collecter les déchets chez l'habitant et à payer en retour en charbon vert, le CVDB doit maintenir cet engagement ou informer la population dans le cas d'un changement de stratégie du projet.
- Dans le cas d'un projet innovant comme le projet Yasagu, il est essentiel de définir des objectifs modestes qui puissent être atteints.

### 2.2.3 EFFICIENCE DU PROJET

#### Evaluation générale de l'efficacité du projet :



Le projet a reçu 80% du financement de l'AMP en début de projet. Ainsi le décaissement de la subvention s'est réalisée rapidement et ne semble pas avoir ralenti le projet. Le projet avait également prévu un apport de 4.600€ de la part des bénévoles qui s'est finalement évalué à 5.000€. Ainsi il ne semble pas qu'il y ait eu de retards majeurs dans l'exécution des fonds. L'utilisation des fonds s'est réalisée au cours de la durée du projet initialement proposée.

Par contre il y a eu des coûts sous-évalués au cours de la formulation qui ont rendu difficiles l'exécution du projet. Au niveau de la construction du centre, le coût de la construction des 2 voûtes du centre avait été largement sous-estimé dans le devis réalisé. De plus le hangar n'était pas prévu initialement ainsi que la 2ème voûte. Ainsi les dépenses en investissement immobilier ont été multipliées par plus de 3.

Au niveau de l'achat de matériel (coût des fours, extrudeuse, tamis, etc.), les dépenses ont été augmentées de 30% en comparaison avec le budget prévu, principalement à cause de l'achat de la motobenne pour palier les problèmes de collecte avec les GIE d'assainissement.

Au niveau du personnel local, les dépenses ont été 50% plus importantes que les dépenses prévues. Cela peut s'expliquer par le besoin de renforcer l'équipe du centre pour la collecte de déchets.

Ces dépenses additionnelles ont obligé à augmenter le budget du projet de plus de 20% en comparaison avec le budget initial.



## 2.2.4 IMPACT ACTUEL DU PROJET

### Evaluation générale de l'impact du projet :



Sachant que le financement de l'AMP s'est terminé en mars 2012, il est intéressant d'évaluer les impacts actuels du projet (un an et demi après la fin du financement AMP).

Un impact essentiel à évaluer est le volume de production et de vente de charbon vert du centre. Ce qui ressort très clairement des entretiens est que la vente du charbon vert est très faible. Les vendeurs de charbon vert ont des difficultés pour écouler leur stock : il ne semble pas qu'il y ait d'acheteurs réguliers. Cela est dû au fait que le rapport qualité/prix du charbon vert est considéré trop bas par les possibles usagers. Bien que la qualité du charbon se soit améliorée, les ventes n'ont pas augmenté. Les usagers ont accepté le charbon offert et même acheté le charbon lors des journées de sensibilisation. Ils l'ont utilisé mais ils n'achètent pas de nouveau. Cela est dû au fait que :

- Les vendeurs de charbon continuent à essayer d'écouler le vieux charbon qui est de moins bonne qualité.
- Les usagers ont été déçus et ne souhaitent pas recommencer l'expérience.
- Le charbon vert est vendu trop cher ou ne répond pas aux besoins des usagers. Les vendeurs de charbon soulignent le fait que le prix a été fixé par le centre sans les consulter.
- Les vendeurs de charbon vert ne reçoivent que peu d'accompagnement de la part du centre pour vendre ce nouveau produit et ne sont pas au courant des améliorations apportées au produit, un élément de vente essentielle.

Les travailleurs du CVDB ont remarqué que : « même les quelques-uns qui avaient commencé à acheter du charbon vert au centre pour le thé ne reviennent plus et nous ne savons pas les raisons principales parce que nous avons amélioré la qualité du charbon vert pour les attirer vers nous. »

Pourtant le centre a fait de réels efforts pour améliorer la production : les travailleurs ont amélioré leur technique de carbonisation. Le four JP a été mis en fonctionnement afin de mieux carboniser les résidus. Le liant a évolué : au départ seul l'amidon d'igname était utilisé mais aujourd'hui le liant est la gomme arabique qui permet d'avoir un produit moins cassant et qui se consume mieux.



Figure 11 : Four JP

Yasagu a également choisi d'incorporer des déchets de charbon de bois<sup>6</sup> dans le mélange pour faire progresser la qualité du charbon, un choix polémique. En effet, **le charbon vert produit comprend donc une proportion de charbon de bois issu de la déforestation**, ce qui pose des questions sur les impacts environnementaux du projet. Si le charbon vert produit contient des déchets de charbon de bois, il s'insère, d'une certaine manière, dans la filière traditionnelle du bois-énergie, même si il ne s'agit que de recycler les déchets des charbonniers.

Les différentes améliorations apportées au charbon vert ont été ressenties par les usagers qui sont restés intéressés par le produit. Ainsi Ambaba Ouologuem, instituteur à l'école fondamentale de Bandiagara, consommateur de charbon vert pour faire du thé a dit que : « La dernière fois que le centre m'a donné un échantillon de charbon en échange des déchets que j'ai fournis, j'ai constaté que la qualité s'est encore améliorée davantage car le charbon vert était dur, se cassait difficilement, était remuable, s'allumait plus facilement que le charbon de bois. Une petite braise suffisait pour l'allumer. »

<sup>6</sup> Les déchets de charbon de bois sont les petits morceaux de charbon de bois (parfois sous forme de poussière) qui sont produits lorsque le charbon de bois se casse pendant son transport et sa manutention. Les charbonniers ne peuvent pas vendre ces morceaux de charbon de bois car ils sont trop petits et sont considérés comme des déchets.



Selon Yasagu, **le problème maintenant est la forte teneur en cendres et en humidité du charbon**. Une solution semblerait être de hacher la biomasse en petits morceaux et la faire sécher pour diminuer la durée de carbonisation. Ainsi Yasagu reste dans une démarche active de recherche-action.

D'autre part, une part importante des impacts du projet aurait pu être d'accompagner les GIE d'assainissement. Le projet et ses réajustements auraient permis d'assurer un flux constant de recettes aux GIE par la vente des déchets au CVDB. Cependant comme nous l'avons commenté précédemment, le CVDB et les GIE d'assainissement ne travaillent plus ensemble. **Le projet n'a donc pas permis d'avoir d'impacts positifs sur les GIE d'assainissement.**

En ce qui concerne les travailleurs du centre, le travail qu'ils réalisent demande des protections, en particulier au cours de la combustion. Ils utilisent des chaussures « palladium », des tenus en tissu épais, des gants et des cache-nez. Les gants et cache-nez sont renouvelés lorsqu'il est nécessaire. **Ils ont donc reçu un matériel qui permet de se protéger de manière acceptable des émanations et des possibles brûlures lors du maniement du matériel de carbonisation.** En ce qui concerne leurs conditions économiques, la plupart continuent à avoir une double activité avec le maraîchage. Dans un premier temps, leurs salaires ont augmenté atteignant 40.000FCFA/travailleur (61€/mois) au cours de l'année 2012 ce qui est légèrement supérieur au revenu mensuel brut moyen du Mali. Cependant **actuellement les salaires semblent dépendre principalement d'activités d'animation et de formation sur un autre projet. Yasagu souhaite que les salaires soient payés par la vente de briquettes mais celle-ci n'est pas suffisante** et les travailleurs ont finalement utilisé une partie du budget qui devait servir à la construction d'un poulailler pour le CVDB pour payer leurs dépenses de fonctionnement.

Finalement en ce qui concerne, le charbon produit et sa possible toxicité, le fait d'avoir travaillé en utilisant le principe de prévoyance a permis de gérer ce risque avec succès. Aujourd'hui le tri à la source évite que des contaminants polluent les déchets qui seront ensuite carbonisés. Ce changement s'est fait ressentir auprès des utilisateurs qui ont essayé le charbon avant et après la mise en place du tri à la base. Les utilisateurs expliquent tous que le charbon a perdu son odeur piquante, ce qui semble montrer que le charbon vert produit ne représente plus un risque pour ses utilisateurs, en ce qui concerne les émanations de fumées.



#### **Ce qu'il faut retenir de l'impact du projet :**

- Il est essentiel de ne pas commercialiser trop tôt le produit. Le charbon vert doit tout d'abord atteindre la qualité souhaitée, avec la réalisation par exemple de tests d'acceptation avec des usagers modèles, avant de commercialiser le produit à travers le circuit traditionnel de distribution.
- Le charbon vert est un produit nouveau, tant pour les usagers que pour les vendeurs. Il est très important d'accompagner et de conseiller les vendeurs de charbon pour les aider dans leur stratégie de vente de ce nouveau produit.
- Incorporer à la composition du charbon vert des déchets de charbon de bois permet d'améliorer la qualité du charbon produit mais insère le projet dans le marché traditionnel du bois-énergie. Ce choix, plus que technique, est un choix idéologique.
- Tous les déchets ne peuvent pas être utilisés pour faire du charbon vert. Il est fondamental de ne travailler qu'avec des déchets non contaminés par des métaux lourds, en utilisant le principe de prévoyance.



## 2.2.5 VIABILITE DU PROJET

### Evaluation générale de la viabilité du projet :



La viabilité est essentielle pour assurer la pérennité des résultats obtenus au cours du projet et, si possible, pour les améliorer.

Le problème de collecte des déchets semble pouvoir être réglé grâce aux efforts des travailleurs du centre. Certes les RUBS collectés ne peuvent pas permettre de produire 900 kg de briquettes par jour mais les travailleurs ont déjà réussi à collecter plus de 2 tonnes par semaine. Cependant **cette collecte est très demandeuse en main d'œuvre et représente sûrement le principal coût de production**. De novembre à janvier, les déchets sont en quantité suffisante : il y a beaucoup de tiges de mil et du sorgho car c'est la période de récolte et il y a beaucoup de branches car les agriculteurs élaguent leurs arbres. Cependant **pendant la saison des pluies, il est difficile de trouver des déchets et encore plus difficile de les trier à cause de l'humidité**.

En ce qui concerne les capacités techniques des travailleurs du CVDB, elles ont été suffisantes pour permettre la production de charbon vert de la meilleure manière possible. Les travailleurs ont reçu des formations en tri des déchets, carbonisation et dosage des liants que ce soit la gomme arabique ou l'amidon d'igname. Cependant **ils souhaitent également être formés sur les techniques de bricolage pour assurer la maintenance élémentaire et les petites réparations du matériel utilisé**.

Finalement la principale difficulté réside dans la viabilité financière du CVDB, qui n'est actuellement pas assurée. Le centre a régulièrement besoin d'apport de financements extérieurs. Certes **le charbon produit a montré de grandes améliorations mais cela ne semble pas suffisant pour assurer une vente du produit au prix actuel**. Le compost ne permet pas non plus d'apporter une solution durable, pour le moment. En effet, selon les travailleurs du centre, la vente de compost n'est que peu importante. Pour la campagne 2012-2013, ils n'ont pu vendre que 400 kg aux agriculteurs à 25 FCFA par kg.

Pour avoir un ordre de grandeur approximatif des besoins du centre, nous pouvons mener un calcul simplifié des recettes nécessaires : il serait nécessaire de vendre au minimum 400.000FCFA de produits par mois pour maintenir les 10 employés actuels (en faisant l'hypothèse simpliste de minimiser les coûts de matériels et d'intrants à zéro). Sachant que le CVDB fait le pari de consacrer 80% des RUBS au compost et 20% en briquettes, il faudrait pouvoir traiter au moins 53 tonnes de RUBS par mois pour avoir des recettes de l'ordre de 400.000FCFA. Or Yasagu considère que les RUBS qui peuvent être collectés sont de l'ordre de 1,6 tonne par jour ce qui correspond à 48 tonnes de RUBS par mois (en prenant en compte une collecte tous les jours, sans jours de repos). Chaque mois, le centre devrait vendre 10,6 tonnes de compost et 1,5 tonne de briquettes.

	<b>Kg de RUBS</b>	<b>Kg de produit</b>	<b>Bénéfices en FCFA</b>
Compost	42.400	10.600	265.000
Briquettes	10.600	1.514	128.714
<b>Total</b>	<b>53.000</b>	<b>12.114</b>	<b>393.714</b>

Tableau 1 : Calcul simplifié du point d'équilibre financier du CVDB à partir des données techniques fournis par Yasagu

Ainsi, **il semble extrêmement difficile, dans le contexte actuel, de rendre le CVDB viable financièrement**. Les charges de fonctionnement sont trop importantes et/ou les recettes trop faibles et les solutions à court terme semblent compliquées.



### Ce qu'il faut retenir de la viabilité du projet

- Le charbon vert doit se vendre à un prix relativement bas pour être compétitif face au charbon de bois. Pour assurer la viabilité financière du projet, il est donc essentiel de maintenir les coûts de production faibles et de dimensionner les coûts fixes en fonction de la production potentielle.
- Si le projet a une équipe permanente, il est intéressant que ce personnel sache réaliser la maintenance et les réparations des équipements afin de limiter les coûts de production.
- Bien que la matière première puisse être disponible toute l'année, son tri devient beaucoup plus pénible et lent en période des pluies.

## 2.2.6 CONCLUSIONS DE L'ÉVALUATION DU PROJET YASAGU

**Yasagu a réalisé et continue à réaliser un important travail de recherche-action sur le thème du charbon vert.** Cependant le projet présenté à l'AMP avait minimisé une série de difficultés qui malheureusement se sont révélées d'importants obstacles au niveau de la disponibilité de la matière première, de la production des briquettes et de la vente. Ces difficultés n'ont pas permis à Yasagu d'atteindre les objectifs fixés alors même que le budget a dû être augmenté.

Le contexte avait été jugé plus favorable que ce qu'il était. Un point essentiel était d'assurer un volume suffisant de RUBS pour que la collecte se réalise aisément. Ainsi le prix de la matière première aurait pu être moins importante. Certes **le PDSEC considère un volume de 12 tonnes de RUBS par jour, mais Bandiagara se situe dans une zone désertique où la réutilisation des déchets est extrêmement développée car la matière organique est une denrée rare. La plupart de la matière organique est valorisée et seulement une petite partie des RUBS est effectivement disponible.**

De la même manière, le prix du charbon de bois est considéré comme artificiellement bas par Yasagu ; cependant cette donnée doit être prise en compte comme une hypothèse de départ du projet. Le contexte est donc très défavorable à l'émergence d'une énergie alternative au charbon de bois.

En ce qui concerne la formulation du projet, les objectifs prévus étaient très ambitieux. En effet, le projet avait encore besoin d'importants ajustements technologiques avant de lancer la phase de vente du produit. **Le lancement hâtif du charbon vert à la vente a sûrement eu des effets négatifs qui se ressentent encore aujourd'hui. Certains utilisateurs déçus n'ont pas voulu réessayer le charbon vert.** L'organisation de la collecte a également été pensée pour assurer la pérennité du projet en choisissant de travailler avec des structures existantes. Cependant certaines étapes ont été brûlées, comme la définition d'un prix d'achat des RUBS concerté ce qui a eu des conséquences négatives sur le projet.

La formulation ambitieuse du projet a eu pour conséquence une difficile réalisation qui n'a pas permis d'atteindre les objectifs fixés et a obligé à un réajustement du budget.

Ecrire un projet séduisant pour le bailleur de fonds et faisable est toujours un équilibre difficile à trouver. Le projet aurait pu être rallongé mais dans ce cas les coûts de personnel augmentent considérablement. **Il aurait sûrement été plus pertinent d'écrire un projet qui se cantonne à mettre en place la production et la collecte et laisser la partie de vente et marketing pour une deuxième étape.**

Une fois le financement AMP terminé, Yasagu a continué à travailler avec le CVDB pour améliorer la viabilité du centre et l'impact du projet. Mais aujourd'hui les problèmes restent relativement similaires : impacts limités et faible viabilité financière du centre car le charbon se vend mal. Cette situation pose une question plus générale : **est-ce possible de faire un projet de production de charbon vert viable et dans quelles conditions ?** Les principales recommandations qui peuvent être faites pour améliorer la viabilité du projet peuvent se trouver en comparant avec les solutions de projets semblables.



## 3 LES LEÇONS APPRISSES EN CAPITALISANT SUR DES PROJETS AU CAMBODGE, SENEGAL, MALI ET OUGANDA

### 3.1 RECAPITULATIF DES PROJETS ETUDIÉS ET DE LEUR PRODUCTION

Au cours de l'étude de cas, 10 projets ont été visités : 3 au Sénégal et 7 en Ouganda. De plus nous avons pris contact avec le GERES pour connaître son projet au Cambodge et un projet ougandais (AEST Ltd) a montré un tel intérêt pour l'étude qu'il a envoyé l'information nécessaire pour pouvoir être pris en compte dans l'étude comparative. Finalement le projet évalué de Yasagu fait partie des projets de l'étude comparative.

Projets	Année de lancement	Pays	Pop. du noyau urbain le plus proche (nbr habitants)	Production mensuelle	Matière première		
					Charbon de bois	Déchets carbonisés	Déchets non carbonisés
AEST ltd	2011	Ouganda	Soroti : 66 000	25t	x	x	
Arise	2008	Ouganda	Kampala : 1,7 million	450-1500kg		x	
Biochar Sénégal	1998	Sénégal	Ross Béthio : 6 000	ND	x	x	
Bioterre	2003	Sénégal	Ross Béthio : 6 000	arrêtée	x		x
Brades	2006	Sénégal	St Louis : 176 000	12t	x		
Briketi	2011	Ouganda	Kampala : 1,7 million	50t	x		
CVDB	2011	Mali	Bandiagara : 25 000	Arrêt fin 2013 800kg en 2012	x	x	
KTYI	2011	Ouganda	Kampala : 1,7 million	500kg	x	x	
Masupa	2009	Ouganda	Kampala : 1,7 million	600-650kg	x	x	
Nicolas	2011	Ouganda	Kampala : 1,7 million	500kg	x		
Proscovia	2013	Ouganda	Kampala : 1,7 million	60-100kg (pas de vente)		x	
Samson	2007	Ouganda	Kampala : 1,7 million	500kg	x		
SGFE	2004	Cambodge	Phnom Penh : 1,5 million	20t	x	(x)	

Tableau 2 : Récapitulatifs des projets étudiés

De manière générale, les projets rencontrent de grandes difficultés de viabilité qui se reflètent directement sur leur niveau d'activité. Ainsi, quatre projets n'ont pratiquement pas de production ni de vente actuellement. C'est le cas de Biochar Sénégal, Bioterre, CVDB et Proscovia. Cinq projets sont des microprojets qui fonctionnent correctement avec une production mensuelle comprise entre 500 kg et 1,5 tonne par mois mais ils ne sont qu'une activité complémentaire génératrice de revenus. Ainsi KTYI, Arise, Masupa, Nicolas et Samson ne sont occupés qu'à temps partiel par la production et vente de charbon vert.

Finalement quatre projets présentent une structure entrepreneuriale consolidée. Il s'agit de AEST, Brades, Briketi et SGFE. Ces structures emploient du personnel et dégagent des recettes, mais



leurs bénéficiaires restent encore limités et les propriétaires ne peuvent pas se verser un salaire en adéquation avec leur cotisation sur le marché du travail. Il est intéressant de souligner le fait que trois de **ces entreprises travaillent quasi exclusivement avec des déchets de charbon de bois et qu'elles considèrent qu'à l'heure actuelle il ne serait pas possible d'être rentables si elles devaient carboniser des déchets biodégradables**. D'ailleurs presque tous les projets étudiés utilisent de la poussière de charbon de bois à laquelle ils ajoutent une plus ou moins grande proportion de déchets carbonisés. Les microprojets proposent un charbon vert avec une plus grande proportion de déchets carbonisés que les mésoprojets, mais seuls Arise et Proscovia (qui vient de commencer et n'a encore pas vendu) produisent un charbon vert sans poussière de charbon.

Le constat général montre que les projets de charbon vert ont des difficultés qui limitent leur viabilité et que la règle générale est d'utiliser les déchets du charbon de bois. Néanmoins certains projets ont des résultats intéressants. Ils ont montré des réponses diverses aux problèmes rencontrés et ont développé des stratégies créatives pour lever les obstacles. C'est pourquoi, pour chacun de ces 13 projets, nous avons étudié une série de critères essentiels pour la production et la vente de charbon vert afin de tirer des leçons sur les aspects à prendre en compte pour formuler un projet de production de charbon vert.

### 3.2 CHOIX ET DISPONIBILITE DE MATIERE PREMIERE

Il n'existe pas de standard qui définisse à partir de quel type de résidus peut être produit le charbon vert. Ainsi du charbon vert produit à partir de déchets de charbon de bois peut être considéré comme du charbon vert. De la même manière, il existe une grande variété de types de déchets biodégradables qui sont carbonisés pour faire du charbon vert. Finalement le choix du liant est également important: en fonction du liant choisi, la durée et l'intensité de la combustion varient.

Le choix même des matières premières à partir desquelles sera produit le charbon vert est un point essentiel pour la réussite du projet. De manière générale, **il est totalement nécessaire, avant même de commencer un projet de production de briquettes, d'évaluer la quantité de matière première réellement mobilisable, sa régularité et sa disponibilité**. Trop souvent la quantité est surestimée et le coût de collecte et de transport est sous-estimé, comme c'est le cas du CVDB. Ce n'est pas parce que c'est un déchet que ça ne coûte rien. Se tromper sur ce point peut rendre un projet totalement inviable au niveau financier. Si la matière première n'est pas disponible toute l'année, il faudra faire des stocks plus importants ce qui engendrera des surcoûts et le besoin d'avancer du capital à certains moments de l'année pour payer les stocks.

La matière première doit donc être disponible tout au long de l'année, proche du site de production, à un bas prix. Ce point est intéressant car le prix même de la matière première peut varier de manière importante. Ainsi Bioterre et Biochar Sénégal (ex Pro-Natura) ont choisi de travailler avec les balles de riz dans une région rizicole. Il y a 10 ans, les balles de riz étaient un déchet que personne ne voulait et qui était offert. Son coût était donc seulement la manutention et le transport. Aujourd'hui l'aviculture et le secteur de la pêche ont trouvé une utilité à la balle de riz. Bien que le prix reste modeste, il s'agit d'un surcoût pour le projet et d'une réduction des volumes disponibles.

La qualité de la matière première est également un point à prendre en compte. Tout résidu biodégradable peut être carbonisé et moulé en briquettes de charbon vert, mais **tous les résidus ne donneront pas un charbon vert avec le même pouvoir calorifique**. Ainsi le charbon produit par Arise à partir d'épluchures de bananes et de manioc donne un charbon avec une cuisson longue et vive alors que le charbon produit par le CVDB à partir de papiers et tiges de céréales chauffe moins que le charbon de bois.

Quels choix faits par les projets visités sont intéressants au niveau de la matière première?



La plupart des projets utilisent la poussière de charbon de bois dans leurs briquettes. Cela leur permet de produire un charbon moins friable (et donc plus facile à transporter et à stocker). Dans le cas de Bioterre, qui produit des boulets de charbon vert non carbonisés, la poussière de charbon noircit le produit pour lui donner l'aspect du charbon et faciliter l'allumage. Cependant **la principale raison pour laquelle les projets utilisent la poussière de charbon est que cela permet d'éviter les coûts de production liés à la carbonisation.**

Utiliser des déchets du charbon de bois pour fabriquer du charbon vert peut être considéré de deux manières très différentes. Pour certains, il s'agit de recycler du charbon de bois et donc d'optimiser son utilisation afin de diminuer la coupe de bois. Pour d'autres, utiliser les déchets de charbon de bois ne fait que renforcer la filière traditionnelle du bois-énergie et n'apporte pas une solution respectueuse de l'environnement. Le fait est qu'à l'heure actuelle la majeure partie des projets utilise en plus ou moins grande quantité les déchets du charbon de bois pour produire du charbon vert.

La poussière de charbon de bois est souvent accompagnée de sable et peut être mouillée, ce qui ajoute des coûts de séchage et de tamisage. Briketi et SGFE réussissent à recevoir une poussière de charbon de bois de qualité (sèche et sans sable). Dans le cas de SGFE, l'entreprise paye la différence de qualité. Dans le cas de Briketi, le responsable des fournisseurs a réussi à faire un travail très important au niveau des vendeurs de charbon de bois qui ne lui donnent que de la poussière de charbon de bois à Kampala. Comment est-ce possible ? Briketi a deux avantages face aux potentiels concurrents : l'entreprise est une entreprise installée et connue dans Kampala, gage d'une certaine pérennité ; et Briketi achète régulièrement des volumes importants assurant un revenu complémentaire constant aux vendeurs de charbon.

De manière générale, **les projets visités qui ont une production constante ont cherché à fidéliser des fournisseurs.** Les mésoprojets ont sécurisé la matière première auprès d'une sélection de vendeurs de charbon en assurant un achat constant et important. **Les microprojets ont beaucoup plus travaillé avec les déchets biodégradables.** Une partie des microprojets ont une relation classique avec leurs fournisseurs : ils achètent des sacs de déchets biodégradables aux maisons environnantes. **Une autre partie des projets a développé un système d'échange : les familles qui donnent des sacs de déchets reçoivent des briquettes en échange** (c'est le cas de Arise et de CVDB). Cela fait connaître le produit, limite les flux de trésorerie et fidélise des clients en leur livrant les briquettes au moment de la collecte des déchets. Finalement **un projet (KTYI) a développé un système encore moins coûteux : les familles peuvent laisser leurs déchets biodégradables dans un espace spécialement prévu pour cela à côté des bureaux de KTYI.** Cela est possible car c'est une zone urbaine sans système d'assainissement. Les habitants sont donc ravis de pouvoir se débarrasser d'une partie de leurs déchets. Jusqu'à présent les gens n'enfreignent pas la règle et n'apportent que des déchets biodégradables. Cela est sûrement dû au fait que le point de collecte est au niveau du bureau de KTYI, ce qui permet au personnel de l'association de vérifier la qualité des déchets laissés.

Un autre aspect intéressant est qu'une grande partie des projets ajoute de l'argile au mélange des briquettes. Tous avancent la même raison : **l'argile est un composant essentiel qui augmente le temps de combustion des briquettes.** Cependant alors qu'au Sénégal les projets l'utilisent comme seul liant, en Ouganda, les projets considèrent que si le taux d'argile est trop important, l'intensité de la combustion peut ne pas être suffisante.



*Epis de maïs utilisés pour la carbonisation (Masupa – Ouganda)*



*Coques d'arachide utilisées pour la carbonisation (AEST – Ouganda)*



*Déchets ménagers utilisés pour la carbonisation (Arise – Ouganda)*



*Balles de riz utilisées non carbonisées et broyées (Bioterre – Sénégal)*



*Argile utilisée comme liant (Biochar – Sénégal)*



*Poussière de charbon (Briketi – Ouganda)*



*Liant fabriqué à partir de farine de manioc (Briketi – Ouganda)*



*Epluchures de bananes et de manioc séchées qui serviront de liant (Nicolas – Ouganda)*

**Figure 12 : Présentation des matières premières utilisées dans différents projets**



En réalité cette différence entre les deux pays visités peut être due à des usages du charbon vert différent. Ainsi un produit qui brûle plus longtemps et moins intensément est un produit très apprécié des veilleurs de nuit sénégalais qui font du thé toute la nuit pour se réchauffer et se tenir éveillés. L'idée de **produire un charbon adapté à une clientèle ciblée** est un point que nous développerons dans le paragraphe relatif à la connaissance du produit.

Finalement un entrepreneur<sup>7</sup> ougandais de Kampala a inventé un liant différent des liants classiquement utilisés (gomme arabique, farine de manioc et argile). Il broie les épluchures de bananes et de manioc. Il fabrique ainsi son propre liant. Cela est possible car il a accès à un broyeur motorisé. Ainsi le matériel est un point essentiel qui peut être décisif dans le choix de la matière première.



#### Ce qu'il faut retenir du choix et de la disponibilité de matière première

- Ce n'est pas parce que le charbon vert est produit à partir de déchets que le coût de la matière première est nul. Sous-estimer les coûts de collecte et surestimer la quantité de matière première effectivement disponible est une erreur courante.
- Les zones urbaines qui considèrent les résidus organiques comme des déchets qui encombrant sont des zones plus favorables à l'implantation d'un projet que des zones rurales avec une forte culture de la valorisation des résidus.
- Tous les résidus ne donnent pas la même qualité de charbon. Certains résidus (comme les plastiques) peuvent même produire un charbon toxique pour les usagers. Les déchets les plus intéressants pour faire du charbon vert sont les résidus organiques tels que épluchures de bananes, manioc, épis de maïs, etc.
- L'argile est un élément essentiel dans la composition du charbon vert : il augmente le temps de combustion des briquettes.
- Le principal liant utilisé est la farine de manioc mais il peut être intéressant de produire son propre liant à partir de déchets (épluchures de bananes par exemple).

### 3.3 CARACTERISTIQUES DU SITE DE PRODUCTION

Le choix du site de production est primordial. **Si le site va carboniser des déchets, il ne peut pas être dans une zone résidentielle car les voisins se plaindront des fumées.** Certaines machines sont très bruyantes : si la production est motorisée, il est plus judicieux d'être dans une zone isolée pour ne pas créer de tensions avec les voisins. Cependant s'installer en zone rurale signifie s'éloigner des fournisseurs et des acheteurs et donc augmenter les coûts de transport. **Cela doit également être un endroit facilement accessible tout au long de l'année.**

La taille du site est un facteur limitant de la production. L'étape qui nécessite le plus d'espace est le séchage des briquettes. En effet, le charbon vert se sèche le plus souvent à l'air libre et peut prendre jusqu'à 15 jours (comme c'est le cas pour Masupa en Ouganda). Briketi a dû déménager à un nouveau site lorsque sa production a augmenté à deux tonnes par jour et AEST aurait besoin également de faire ce changement qui nécessite un investissement que, pour le moment, l'entreprise ne peut pas se permettre. **Certains microprojets réussissent pourtant à fonctionner dans des espaces réduits. Ainsi Nicolas a un très petit site mais il utilise tout l'espace dont il dispose : le séchage des briquettes se fait sur des étagères.**

---

<sup>7</sup> Il s'agit de Nicolas, un petit entrepreneur de Kampala qui est accompagné par GVEP.



Finalement un aspect à prendre en compte dans tout projet de développement qui implique la valorisation d'un terrain avec la construction d'infrastructures est la tenure foncière. Dans un certain nombre de pays, les terrains sont cédés par l'autorité en place (chef coutumier ou municipalité) sans que soit spécifiée la durée du prêt. Il n'est pas rare de trouver des projets de coopération qui ont finalement été récupérés par le chef coutumier une fois le financement terminé.



#### **Ce qu'il faut retenir sur les caractéristiques du site de production**

- Si le projet prend en compte la carbonisation de matière, il faudra choisir un site de production éloigné des maisons afin d'éviter des plaintes des habitants pour les fumées dégagées, sans pour autant être dans une zone trop isolée ce qui augmente les coûts de transport.
- Dans les pays à forte pluviométrie le séchage peut prendre jusqu'à 15 jours et l'aire de séchage peut représenter un réel problème pour un projet si elle trop réduite.
- Le site de production doit avoir accès à un point d'eau ou avoir un système de récupération des eaux de pluie.



*Zone bâchée servant d'atelier de production (AEST – Ouganda)*



*Aire de séchage d'une production de 2t/jour (Briketi – Ouganda)*



*Aire de séchage limitant l'augmentation de la production (Masupa - Ouganda)*



*Aire de séchage d'une production potentielle de 2t/jour (Bioterre – Sénégal)*



*Etagère utilisée pour gagner de la place pour le séchage (Nicolas – Ouganda)*



*Emanations de fumées au cours de la combustion (Masupa – Ouganda)*

**Figure 13 : Présentation des sites de production de différents projets**



### 3.4 TECHNOLOGIE ET CHOIX DES MACHINES

La technologie choisie dépend de la matière première utilisée, de la capacité de production choisie et du financement possible. C'est pourquoi chaque projet a développé des solutions différentes qui sont résumées dans le tableau suivant.

Projets	Séchage Biomasse	Tamisage CB	Broyage Mat. 1ère	Carbonisation	Tamisage DC	Mélange CV	Moulage CV	Séchage CV
AEST Ltd	Air libre	Manuel	Motorisé	Fûts	Manuel	Manuel	Motorisé	Air libre
Arise	Air libre			Fûts	Manuel	Manuel	Manuel	Air libre
Biochar Sénégal	Air libre	Manuel	Pyro 5	Fûts, Pyro5		Motorisé	Motorisé	Air libre
Bioterre		Manuel	Motorisé			Motorisé	Motorisé	Séchoir
Brades		Manuel				Manuel	Motorisé	Air libre
Briketi			Motorisé			Motorisé	Motorisé	Air libre
CVDB	Air libre	Manuel		Fûts	Manuel	Manuel	Motorisé	Air libre
KTYI	Air libre	Manuel	Motorisé	Fûts		Manuel	Manuel	Air libre
Masupa		Manuel	Manuel	Fûts	Manuel	Manuel	Manuel	Air libre
Nicolas	Air libre	Manuel	Motorisé			Manuel	Manuel	Air libre
Proscovia	Air libre			Fûts		Manuel	Manuel	Air libre
Samson		Manuel	Motorisé			Motorisé	Motorisé	Air libre
SGFE			Motorisé	T-Lud		Motorisé	Motorisé	T-Lud

*CB=Charbon de Bois / DC= Déchets Carbonisés / CV = Charbon Vert*

Tableau 3 : Comparaison des techniques utilisées par les différents projets étudiés

Les projets qui carbonisent doivent faire sécher les déchets biodégradables reçus pour assurer une bonne carbonisation de la biomasse. Dans le cas de Masupa (Kampala - Ouganda), la biomasse achetée est déjà sèche. Pour sécher la biomasse, certains projets l'étendent sur une bâche sur le sol. Dans un pays pluvieux, cela oblige à être attentif au temps et sortir et rentrer la biomasse de manière constante. C'est pourquoi à Kampala, **certains projets ont construit des étagères de séchage bâchées.**

La poussière de charbon de bois doit également être séchée et tamisée. Le tamisage est manuel dans tous les cas rencontrés. Cependant il existe différents types de tamiseurs manuels. Ainsi le tamiseur classique se pose sur une brouette et demande d'être courbé pour réaliser le travail. **AEST (Soroti – Ouganda) travaille avec des tamiseurs qui rendent le travail moins pénible mais sont plus volumineux.** Finalement Bioterre (Ross Béthio – Sénégal) a développé un tamiseur en fer qui a l'inconvénient d'être fixe.

Le broyage de la matière première (charbon de bois ou biomasse) est motorisé dans la majorité des projets rencontrés. Cela signifie des coûts importants pour s'équiper et pour la maintenance de la machine (essence et pièces de rechange). Seule Masupa réalise cette opération manuellement et l'association considère que c'est l'étape qui limite sa production. KTYI (Kampala –Ouganda) a pour sa part reçu un broyeur manuel mais l'association ne l'utilise pas et préfère payer le broyage à un autre entrepreneur. Cependant il n'est pas forcément nécessaire d'acheter un broyeur : Samson (Kampala – Ouganda) broie la poussière de charbon au moment de l'extrudage motorisé. La compression réalisée pour faire les briquettes broie suffisamment les débris de charbon de bois.

Il n'est pas non plus nécessaire de broyer la matière première : Brades (Saint Louis – Sénégal) ne broie pas les débris de charbon de bois mais les classe en trois catégories : les petits morceaux et la fine de charbon servent à faire les briquettes, les gros morceaux sont vendus comme du charbon de bois à un prix plus bas.



En ce qui concerne la carbonisation, la technologie la plus employée est la carbonisation en fûts, technologie que ARTI a développé en Inde. La carbonisation se réalise dans un fût de fer fermé avec une cheminée pour laisser échapper les gaz. CVDB (Bandiagara – Mali) a rencontré des difficultés avec cette technologie lorsque la production a augmenté. En effet les fûts s'usent vite et il faut les remplacer souvent. Cela pose le problème des coûts de maintenance des équipements. Ces coûts sont très souvent sous-estimés et peuvent faire augmenter de manière considérable les coûts de production.

**Masupa a adapté la technologie ARTI : l'association utilise un fût ouvert où la combustion se réalise en continu** en rajoutant de la matière première au fur et à mesure. La matière première ajoutée sur le dessus sert de couvercle pour la matière première plus en profondeur. La carbonisation a lieu en milieu de fût et la matière carbonisée se dépose au fond du fût.

Même Biochar Sénégal (Ross Béthio – Sénégal) qui a pourtant accès à la technologie Pro-Natura préfère travailler avec un carbonisateur de type « 3 fûts », une adaptation de la technologie ARTI qui permet de carboniser de plus grandes quantités et qui est particulièrement adaptée à la carbonisation des roseaux de type Typha.

SGFE (Cambodge) est le seul projet qui semble utiliser de manière industrielle une technologie novatrice (la technologie T-LUD). Cependant ce projet n'a pu être visité et nous n'avons donc que peu d'information sur cette technologie. Elle semble adaptée à un mésoprojet plus qu'un microprojet (besoin de connaissances techniques relativement importantes et d'infrastructures en place).

Ainsi la carbonisation qui, au premier abord, est la technologie centrale dans la fabrication de briquettes de charbon vert est en fait extrêmement similaire dans les projets visités.

Les déchets carbonisés doivent être ensuite tamisés : au cours du tamisage, les morceaux sont réduits en poudre et les déchets non carbonisés sont enlevés. Ce sont les tamiseurs utilisés pour la poussière de charbon de bois qui s'utilisent dans cette étape.

L'étape suivante est la préparation du liant et le mélange des composants du charbon vert. Les principaux liants utilisés sont : la farine de manioc, l'argile. Un entrepreneur ougandais (Nicolas) a également développé son propre liant avec les épluchures de banane et de manioc broyées. Les projets n'utilisent pas de gomme arabique à l'exception du CVDB, car c'est un produit cher et léger.

Le mélange est manuel ou motorisé en fonction des projets. Les microprojets n'ont pour la plupart pas besoin de motoriser cette étape : ils font le mélange avec des pelles dans une brouette ou sur le sol lorsqu'il est cimenté. C'est donc important au moment de concevoir le site de production de définir une zone cimentée. Les mésoprojets sont passés à des mélangeurs motorisés. La plupart travaillent avec des bétonnières adaptées, ce qui permet d'avoir un accès facile aux pièces de rechange.

Motoriser cette étape doit être un choix bien réfléchi en fonction des facteurs qui limiteront la production. Brades, avec une production mensuelle de 12 tonnes, a acheté un mélangeur de type bétonnière. Cependant l'entreprise continue à faire le mélange à la main dans une baignoire et n'utilise le mélangeur que lorsqu'elle reçoit de grosses commandes. Elle limite ainsi les coûts de production : pour cette entreprise familiale la main d'œuvre n'est pas le facteur limitant. Au contraire Samson, avec une production mensuelle de 500 kg, utilise un mélangeur motorisé. Samson n'a que peu de temps à consacrer à son entreprise de briquettes et il n'a qu'un seul employé. Motoriser lui permet d'augmenter sa production avec la main d'œuvre disponible.



*Tamiseur manuel (AEST – Ouganda)*



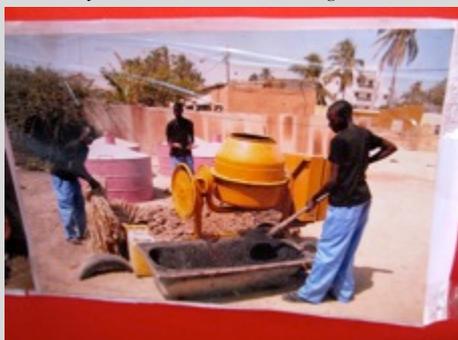
*Tamiseur fixe en fer (Bioterre - Sénégal)*



*Broyeur manuel (KTYI – Ouganda)*



*Broyeur motorisé (Nicolas – Ouganda)*



*Baignoire servant de mélangeur à côté du mélangeur mécanisé (Brades - Sénégal)*



*Mélange manuel sur une dalle de ciment (Arise - Ouganda)*



*Mélangeur mécanisé, bétonnière modifiée (Bioterre - Sénégal)*



*Mélangeur mécanisé (Briketi – Ouganda)*

Figure 14 : Equipements utilisés dans différents projets pour le tamisage, le broyage et le mélange



Une fois le mélange réalisé, il faut réaliser le moulage des briquettes. **Un point important est que le temps disponible pour faire les briquettes une fois le mélange réalisé est réduit.** Il n'est pas possible de laisser un mélange en attente et revenir plus tard pour faire les briquettes. De nouveau cette étape peut être manuelle ou motorisée.

Le degré le plus faible de technification est le cas de l'association de femmes de Proscovia (Kampala – Ouganda). Le charbon vert est moulé en faisant rouler une petite quantité de mélange dans les mains pour former une boule. Le charbon produit est peu dense car peu compressé : il brûle trop vite.

Le deuxième niveau de technification est celui rencontré dans la plupart des microprojets en Ouganda : le moulage est fait avec une presse manuelle. Certes **cette technologie est consommatrice de temps mais elle a l'avantage de ne pas engendrer de coûts d'électricité ou d'essence, d'être un investissement relativement faible et d'avoir un entretien peu important.** Il est rare de devoir changer des pièces. Les briquettes produites peuvent avoir des formes qui assurent une meilleure combustion que des briquettes produites avec une presse motorisée : briquettes de type « Yeontan » ou en forme de galets. Nicolas, avec une production mensuelle de 500kg, a préféré motoriser le broyage et acheter des presses manuelles. De la même manière, Masupa veut motoriser le broyage et améliorer le séchage des briquettes. Le moulage n'est pas son facteur limitant.

Le troisième niveau de technification du moulage est la motorisation. Plusieurs types d'équipement existent. Le plus utilisé est une extrudeuse motorisée qui produit des boudins de charbon avec parfois un trou central pour faciliter la combustion. Le dimensionnement de l'extrudeuse et de sa motorisation est important. Ainsi CVDB travaille avec un moteur surdimensionné pour son extrudeuse ce qui provoque des coûts en essence et un investissement initial inutiles. Au contraire, Brades a choisi de multiplier les petits équipements. Ainsi l'entreprise a acheté trois compacteurs de type « rotorpress » motorisés avec 1,5 CV chacun (200 kg/heure).

Il est intéressant de se pencher un moment sur la technologie de Bioterre qui a été développée par le CRA- W. Bioterre réalise du charbon vert en agglomérant un mélange d'argile, de balles de riz non carbonisées et de poussière de charbon dans des bétonnières modifiées. C'est le seul projet avec un moulage motorisé qui ne compresse pas le mélange. **Le choix de cette technique est dû au fait que les balles de riz contiennent un fort taux de silice qui est très abrasif.** En faisant passer le mélange dans une extrudeuse classique, l'usure serait telle qu'il faudrait changer fréquemment les pièces de la machine ce qui augmenterait les coûts de production. La technologie de Bioterre permet ainsi d'utiliser une matière première disponible et peu coûteuse pour faire du charbon vert avec des coûts de production réduits. De nouveau cet exemple illustre l'importance du choix de la matière première et ses conséquences sur la technologie à choisir. **Si la matière première n'est pas adaptée à la technologie choisie, les coûts de maintenance augmentent fortement et rendent le projet inviable.**



*Carbonisateur de type ARTI (AEST – Ouganda)*



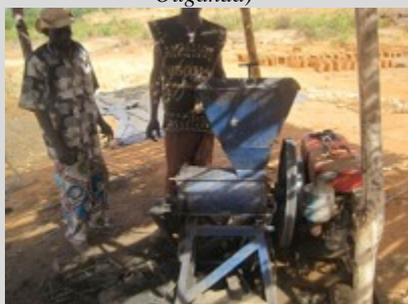
*Carbonisateur de type “fût ouvert” (Masupa – Ouganda)*



*Carbonisateur de type “3 fûts” (Biochar - Sénégal)*



*Carbonisateur arrêté de technologie Pronatura (Biochar– Sénégal)*



*Extrudeuse motorisée (CVDB - Sénégal)*



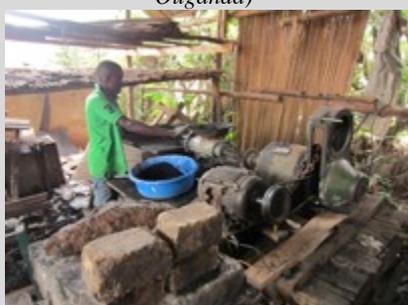
*Mouleuse motorisée (Briketi - Ouganda)*



*Mouleuse manuelle de type « Yeontan » (Arise - Ouganda)*



*Mouleuse manuelle de type boudin à gauche et de type « Yeontan » à droite (Nicolas – Ouganda)*



*Extrudeuse motorisée (Samson - Ouganda)*



*Granulateur motorisé (Bioterre - Sénégal)*

**Figure 15 : Equipements utilisés pour la carbonisation des déchets et le moulage des briquettes**

Enfin, les briquettes produites sont séchées le plus souvent à l'air libre. **Les projets qui se trouvent dans des régions pluvieuses ont bâché leur zone de séchage** pour éviter d'avoir à rentrer les briquettes lorsqu'il pleut. SGFE et Bioterre sont les seuls projets à avoir développé des méthodes de séchage plus techniques. Il s'agit d'une amélioration plus adaptée à un mésoprojet qu'à un microprojet, car cela augmente les coûts de production et la technicité du travail.



**En quoi peut-il être plus intéressant d'avoir trois petites presses qu'une grande presse ?**

Brades a aujourd'hui trois presses car l'entreprise s'est développée petit à petit, à mesure qu'augmentaient les ventes. Elle a fait croître de manière constante sa capacité de production en ajoutant des presses plutôt qu'en changeant le matériel. Cette structure a de nombreux avantages pour assurer un correct fonctionnement de l'entreprise. Elle permet ainsi de moduler la production en faisant tourner une, deux ou trois presses en fonction de la demande. Le principal avantage est qu'elle permet de diminuer le risque d'arrêt total de la production à cause de pannes des machines. En effet, les extrudeuses motorisées tombent en panne régulièrement et ont besoin de réparations et changements de pièces. En ayant une production divisée entre 3 presses, Brades a toujours la possibilité d'avoir deux presses en fonctionnement, même si une presse est en panne ou en révision.

Pour sa part, Briketi a choisi de développer une seule presse. Un grand atout de l'équipement Briketi est que les briquettes fabriquées ont une forme optimale pour la combustion (en forme de galets), ce qui est un challenge pour un équipement motorisé. Le modèle a évolué rapidement et tombe de moins en moins en panne. Cependant il continue à rencontrer des problèmes de bourrage qui obligent le personnel à arrêter la machine pour nettoyer et remettre en route.



*Aire de séchage bâchée (Samson – Ouganda)*



*Aire de séchage bâchée (Briketi - Sénégal)*



*Conteneur adapté en séchoir (Bioterre - Sénégal)*



*Aire de séchage bâchée (KTYI – Ouganda)*

**Figure 16 : Equipements utilisés pour le séchage des briquettes**



### 3.5 RESSOURCES HUMAINES ET CONNAISSANCES TECHNIQUES

Il est impressionnant de voir les qualifications des personnes impliquées dans les projets visités. AEST travaille avec le MIT, Bioterre avec le CRA-W, Briketi avec des consultants de la Banque Mondiale, etc. Les projets de production de charbon vert sont pour la plupart récents : 8 projets ont moins de 5 ans et tous à l'exception de Biochar Sénégal (ex Pro-Natura) ont moins de 10 ans d'existence. Ainsi ce sont des projets très innovants qui ont pu se développer dernièrement suite à la hausse du prix de l'énergie (et dans ce cas du prix du bois-énergie). **Bien que la technologie employée semble être simple et peu chère, structurer un projet de ce type est complexe et nécessite une vision créative d'entrepreneur.**

Comment un microprojet peut-il s'organiser pour avoir accès aux connaissances techniques suffisantes en ayant un budget limité?

Il existe deux types de savoirs indispensables pour mener à bien un projet de charbon vert : savoir produire un charbon de qualité et savoir faire fonctionner de manière viable une entreprise. Pour ce qui est du premier savoir, l'approche la plus simple est d'apprendre des projets existants. KTYI et l'association de femmes de Proscovia ont commencé à produire du charbon vert après avoir reçu une formation de producteurs de charbon vert financés par le macroprojet de GVEP en Ouganda (DEEP). Les producteurs sont les personnes les plus à même de former de nouveaux producteurs : en effet, les connaissances produites en matière de charbon vert sont extrêmement empiriques. C'est pourquoi favoriser des voyages d'études et des échanges entre projets ne peut être que bénéfique.

Une autre manière d'avoir accès à ces connaissances est de prendre part aux différents projets de recherches menés sur la thématique par les universités. Le D-lab du MIT (<http://d-lab.mit.edu>) est un exemple de structure qui mène une activité de recherche-action en partenariat avec des associations sélectionnées dans des pays du sud. De la même manière CVDB a reçu l'appui d'universités françaises (ENSTIB) pour mieux connaître son produit.

En ce qui concerne le deuxième savoir, il est fondamental que l'entreprise ait à sa tête un responsable avec une vision de chef d'entreprise. Une des leçons que Mathieu Ruillet du GERES a souligné est que **la structure de production et de vente de charbon vert doit être extraite le plus rapidement possible de l'ONG qui l'accompagne**. Certes le but de ces projets est de diminuer la consommation de charbon de bois mais ce but ne pourra être atteint que si la structure mise en place est financièrement viable. Les projets les plus dynamiques et créatifs ont à leur tête des économistes (Brades), des comptables (Masupa), des chefs d'entreprise (Samson), etc.



#### Ce qu'il faut retenir sur les ressources humaines et les connaissances techniques

- Il est essentiel d'avoir accès à des ressources humaines hautement qualifiées pour concevoir le système de production et de vente.
- L'accès aux données techniques peut se faire par l'échange d'expériences avec d'autres projets ou en prenant contact avec des projets universitaires d'appui aux pays du sud.
- L'équipe locale doit avoir un membre permanent avec un profil « commercial » qui puisse définir et ajuster la stratégie de vente du produit.
- La structure de production et de vente de charbon doit être une structure indépendante de l'association ou l'ONG qui l'accompagne.



### 3.5.1 FINANCEMENT

L'investissement nécessaire pour mettre en place une entreprise de production et vente de charbon vert est très variable. Lors de notre étude nous nous sommes cantonnés à rencontrer des micro et mésoprojets qui sont les projets les plus intéressants pour l'Agence des Micro-Projets.

Seuls deux projets visités peuvent être considérés comme des macroprojets car les subventions qu'ils ont reçues ont sans aucun doute dépassé la barre des centaines de milliers d'euros. Il s'agit de Bioterre et Biochar Sénégal (ex Pro-Natura) qui sont d'ailleurs les projets actuellement à l'arrêt ou au ralenti.

Une première leçon tirée des études de cas sur l'aspect financier est qu'un microprojet peut être rentable : il n'est pas nécessaire de développer une grande structure pour qu'un projet fonctionne. L'investissement initial en équipement pour un microprojet est limité. En Ouganda, une presse manuelle coûte entre 200 et 400€ en fonction du nombre de briquettes produites. Un fût de carbonisation peut être fait par un artisan local à un prix extrêmement réduit. La motorisation de certaines étapes oblige à augmenter l'investissement à plusieurs milliers d'euros, sans pour autant dépasser les 5.000€ pour une extrudeuse ou un broyeur motorisé.

Certains projets offrent les équipements, d'autres les subventionnent à 50% (comme par exemple le PERACOD qui a aidé Brades). Un projet (GVEP-DEEP) en Ouganda a choisi de ne pas subventionner le matériel : il préfère faciliter l'accès au crédit aux entrepreneurs qui le souhaitent en se portant garant de leur crédit auprès des banques ougandaises.

Si l'investissement en équipement peut être très limité, il est essentiel d'allouer un budget suffisant en personnel pour :

1. la formation des employés et responsable de l'unité par des voyages d'étude et des formations continues
2. la sécurisation des fournisseurs de matière première, en définissant des stratégies pour assurer un volume constant et bon marché, une qualité suffisante
3. la définition d'une stratégie de vente en ciblant une population. Ce dernier point sera développé dans le paragraphe relatif à la vente et la distribution du produit.

#### **Ce qu'il faut retenir sur le financement :**

- Un projet de production et de vente de charbon vert peut être mis en place avec des microfinancements.
- Les équipements ne doivent pas représenter le principal poste de dépense du projet.
- Il est très important d'allouer un budget important pour la formation technique de l'équipe, pour la sécurisation de la matière première et pour la définition d'une stratégie de vente.



### 3.5.2 VENTE ET DISTRIBUTION DU PRODUIT

**Sans aucun doute, la vente du produit est la clé de la viabilité financière d'un projet de production de charbon vert.** CVDB rencontre actuellement de gros problèmes de viabilité et cela est dû au fait que son charbon ne se vend pas. La plupart des projets rencontrent des problèmes similaires : la demande est limitée et difficile à augmenter. Ainsi Briketi met aujourd'hui la plupart de ses efforts dans le développement d'une stratégie marketing car l'entreprise a besoin de trouver de nouveaux clients pour faire croître sa production.



**Le premier point est de ne vendre le charbon que lorsqu'il est d'une qualité suffisante.** CVDB a fait le pari de vendre le charbon dès le début du projet alors que le charbon avait un pouvoir calorifique très faible. Les utilisateurs ont essayé mais ont trouvé que le rapport qualité/prix du charbon vert n'était pas bon et ils n'ont pas réessayé par la suite. Pourtant le CVDB a amélioré sa production et aujourd'hui le charbon vert pourrait trouver un marché.

D'autre part, il faut cibler sa clientèle : travailler comme le CVDB dans une zone semi-urbaine représente un gros challenge car les ménages ont accès à un charbon de bois bon marché et les plus pauvres coupent leur propre bois. Pour pouvoir concurrencer le marché local, CVDB doit vendre son charbon vert à un prix très bas ce qui limite sa rentabilité. **Le meilleur contexte de vente pour du charbon vert est un contexte de charbon de bois de mauvaise qualité et de disponibilité irrégulière.** Dans ce cas, les utilisateurs seront tentés par le charbon vert et sauteront le pas pour essayer un nouveau produit. En effet, il est important de rappeler le fait que **les briquettes ne sont pas du charbon de bois.** Elles ont un comportement particulier, variable selon le procédé et les matières premières. **Il s'agit donc d'un nouveau produit qui doit réussir à satisfaire un marché potentiel.**

Les clients ne doivent pas obligatoirement être les ménages. Certes ils représentent la majeure partie de la consommation de charbon mais **il est souvent plus facile de se tourner dans un premier temps vers le secteur de l'artisanat, des restaurants ou du commerce.** Deux projets (AEST et Masupa) ont ainsi développé une stratégie de vente similaire. Les briquettes de charbon vert ont comme principal avantage d'avoir une durée de combustion plus importante que le charbon de bois, un avantage considérable pour les restaurants et les hôtels qui doivent maintenir la nourriture chaude pendant toute la journée. AEST et Masupa ont donc choisi de démarcher ce type de commerces en proposant de leur vendre des briquettes et de leur fournir à prix réduit des fours qui améliorent l'utilisation des briquettes. Masupa a réussi à convaincre 3 commerces qui achètent autour de 500 kg/mois.

AEST a réussi à convaincre 7 écoles, 5 hôtels et un orphelinat qui achètent autour de 12 t/mois. La démarche a été de :

- cibler un client pour lequel le charbon vert représente un réel avantage en comparaison avec le charbon de bois,
- lui proposer le charbon vert comme un nouveau produit qui répond à ces besoins
- et lui faciliter la technologie la mieux adaptée pour que le charbon vert donne son meilleur rendement.

En donnant les fours améliorés à prix réduits, AEST et Masupa ont également pu se créer une clientèle captive et ainsi fidéliser un achat mensuel constant de charbon vert.

Le charbon vert est un nouveau produit : **le faire connaître est une constante chez les projets qui cherchent à se développer.** CVDB a organisé de nombreuses réunions de démonstrations d'utilisations du produit, Briketi participe à des foires et des marchés, Bioterre et Brades étaient présents à la FIDAK 2013 (Foire Internationale de Dakar). Cependant l'impact de ces activités semble limité : le charbon vert plait lors des démonstrations mais les utilisateurs ne savent pas toujours l'utiliser correctement une fois chez eux et ils n'ont pas toujours un point de vente proche de chez eux. La force du marché du charbon de bois est que le réseau de distributeurs est extrêmement dense. Les distributeurs de charbon vert que les projets réussissent à motiver restent encore peu nombreux.

Pour répondre à cette situation, Brades a développé une stratégie marketing intéressante. Brades a actuellement 20 distributeurs de charbon, cependant cela ne représente encore qu'une clientèle restreinte car les distributeurs ne se concentrent que dans certains quartiers de Saint Louis au Sénégal. **Pour créer un marché dans d'autres quartiers où pourraient ensuite s'implanter de nouveaux distributeurs, Brades a donc acheté une moto avec une remorque qui sillonne la ville pour faire connaître le nouveau produit.** L'employée de Brades responsable de cette activité offre un premier kilo de charbon vert et réalise une démonstration aux nouveaux clients pour leur expliquer



comment utiliser le produit. Elle passe ensuite régulièrement dans ces quartiers pour vendre du charbon vert aux utilisateurs et répondre à leurs questions sur l'utilisation du charbon. Cette technique permet de conquérir de nouveaux marchés de manière dynamique sans pour autant devoir trouver un distributeur.

Finalement comment fixer le prix de ce nouveau produit ? Un point indiscutable dans tous les projets est que le consommateur n'est pas prêt à payer plus pour un produit respectueux de l'environnement. Certains projets ont essayé de sensibiliser la population sur les avantages environnementaux du charbon vert mais au final celui-ci se vend uniquement s'il est moins cher que le charbon de bois et s'il apporte un avantage au niveau de la combustion. Dans le cas du charbon vert : il brûle généralement plus longtemps que le charbon de bois.

Un autre avantage du charbon vert pour les clients est qu'un producteur maintient une qualité relativement constante, alors que le charbon de bois est de qualité irrégulière. Cependant certains projets visités n'arrivent pas à maintenir une qualité constante car la carbonisation n'est pas toujours bien contrôlée ou parce que les résidus ne sont pas de bonne qualité. C'est le cas en particulier de KTYI. C'est pourquoi l'association teste régulièrement sa production. Si un test montre une brique de moindre qualité, cette production est déclassée et vendue moins chère aux clients en leur expliquant la réduction du prix.



#### **Ce qu'il faut retenir sur la vente et la distribution**

- Le charbon vert est un nouveau produit avec des propriétés distinctes du charbon de bois. Il peut donc répondre à des besoins différents du charbon traditionnel.
- Il est essentiel de cibler une clientèle pour laquelle le charbon vert sera plus avantageux que le charbon de bois et adapter le produit à cette clientèle. La clientèle ciblée ne doit pas forcément être des ménages. La production peut cibler les hôtels ou les restaurants.
- Le charbon vert ne doit sortir à la vente que lorsqu'il a atteint la qualité souhaitée. Avant ce moment, des usagers recevront des échantillons pour mener des tests d'acceptation.
- Le consommateur n'est pas prêt à payer plus pour un produit respectueux de l'environnement.
- Il est essentiel de développer des stratégies créatives et bon marché pour faire connaître le produit, faciliter son utilisation et conquérir de nouveaux marchés.



*Distribution à moto (AEST – Ouganda)*



*Point de vente mobile (Brades - Sénégal)*



*Distribution à moto avec un système de charge amélioré (SGFE – Cambodge)*



*Stand mobile pour faire connaître le produit (Briketi - Ouganda)*



*Point de vente sur le site de production (Nicolas - Ouganda)*



*Four industriel amélioré fonctionnant avec des briquettes (Masupa - Ouganda)*

Figure 17 : Systèmes de vente et de distribution des différents projets

### 3.6 CONNAISSANCE ET UTILISATION DU CHARBON VERT

Peu de projets visités ont réalisé des analyses physico-chimiques pour connaître le pouvoir calorifique, le taux de cendres ou le taux d'humidité de leur charbon vert. SGFE est le projet avec le plus de données qui viennent du laboratoire du GERES. Bioterre et CVDB ont également réalisé une série d'analyses en laboratoire sur la durée et l'intensité de combustion ainsi que sur le pouvoir calorifique. Cependant ce n'est pas parce que les autres projets n'ont pas réalisé d'analyses en laboratoire qu'ils ne connaissent pas leur produit. Ils ont réalisé des tests de cuisson et d'acceptation. **Les problèmes rencontrés sont tous similaires : la difficulté de l'allumage, le taux de cendres important, l'impossibilité de réutiliser les cendres de charbon vert.** Il existe des solutions pour chacune de ces difficultés qui demandent un changement dans les habitudes d'utilisation du combustible.



Ainsi pour faciliter l'allumage, Bioterre recommande l'utilisation d'une cheminée faite avec deux boîtes de conserve pour forcer le tirage. Brades propose d'ajouter des brindilles et un peu de charbon de bois et Arise utilise simplement du papier qu'il ajoute petit à petit pour ne pas étouffer la flamme au départ.

En ce qui concerne les cendres, il ne faut pas les faire tomber en remuant le fourneau comme dans le cas du charbon classique et il ne faut pas poser les récipients directement sur le charbon. Utiliser les fours adaptés est la meilleure solution, cependant l'utilisateur ne doit pas obligatoirement changer de four : **on peut utiliser la majeure partie des fours en mettant la marmite en équilibre sur 3 grosses pierres pour que le récipient ne touche pas les braises et n'étouffe pas la combustion.**

Finalement pour éviter le gaspillage de charbon vert qui ne peut pas être éteint et réutilisé, les utilisateurs doivent apprendre à doser les quantités nécessaires pour chaque plat.

Ces quelques conseils doivent arriver aux utilisateurs sinon ils seront découragés par le nouveau produit. L'ancien responsable des ventes de Bioterre abonde dans ce sens. La vente de charbon Bioterre a été possible à travers la réalisation de démonstrations d'allumage et d'usage du produit et, surtout, en faisant un suivi constant des utilisateurs pour répondre à leurs questions. Brades avec ses circuits en moto de démonstration réalise également un suivi des utilisateurs. Pour leur part, **Samson et Briketi ont choisi de faire passer les recommandations d'utilisation en vendant le charbon au détail dans un emballage qui explique comment utiliser le produit correctement.**

La grande variabilité de types de charbon vert ne doit pas être vue comme une difficulté mais comme une opportunité. **Il est possible de développer une gamme de produit en fonction de la clientèle.** SGFE et Briketi l'ont compris en proposant deux produits différents : les starters et les briquettes qui répondent à différents besoins. De même, AEST vend des briquettes carbonisées et des briquettes non carbonisées qui sont des briquettes moins chères mais qui dégagent de la fumée. KTYI considère aussi qu'il est possible en jouant sur la teneur en argile d'augmenter la durée de combustion en diminuant son intensité.



#### **Ce qu'il faut retenir sur l'utilisation du charbon vert**

- Le charbon vert a trois obstacles qui peuvent gêner son utilisation : l'allumage, le taux de cendres, l'impossibilité de réutiliser les cendres de charbon vert.
- Il est essentiel d'expliquer aux futurs utilisateurs comment solutionner ces problèmes pour assurer une utilisation optimale du produit.
- Le fait de jouer avec la composition du charbon permet de proposer une gamme de produits répondant à différents besoins et donc de toucher un plus vaste public.



*Cheminée facilitant l'allumage (Bioterre)*



*Four traditionnel utilisant du charbon vert*



*Briquette de type « Yeontan »(Arise - Ouganda)*



*Emballage de charbon vert expliquant comment l'utiliser (Samson - Ouganda)*



*Briquettes de charbon et fours améliorés (Briketi - Ouganda)*

**Figure 18 : Les différents types de charbon vert et son utilisation**



## 4 CONCLUSIONS ET ATOUTS DE L'APPROCHE MICRO PROJET POUR LA PRODUCTION DE CHARBON VERT

Les projets étudiés ont apporté des données pratiques qui pourront, nous l'espérons, être utiles à de futurs projets. Les difficultés et les échecs sont également formateurs : ils ont été décrits et analysés. Mais plus que mettre l'accent sur les obstacles, nous avons choisi de mettre l'accent sur les solutions en présentant les leçons apprises au contact de projets.

Chaque situation est un cas particulier et il est important de ne pas généraliser de manière aveugle les résultats de cette étude. Cependant le constat général est que les projets de charbon vert ne semblent pas être pertinents pour lutter contre la désertification. Ils ne sont en effet pas adaptés aux zones désertiques où la valorisation des déchets est déjà très ancrée dans la culture locale. De plus la quasi-totalité des projets utilisent des résidus de charbon de bois et s'insèrent donc dans le marché traditionnel du bois-énergie. **Les projets de charbon vert sont plus appropriés à un contexte urbain sur des problèmes de gestion des déchets.**

Il semble que les microprojets puissent être rentables. Ils rencontrent certes des difficultés mais les études de cas ont montré que des entrepreneurs créatifs réussissent à développer une activité génératrice de revenus à partir de la production de charbon vert. Les briquettes sont bien acceptées lorsque leur usage est maîtrisée : pour cela, il faut informer et former constamment les consommateurs sur l'emploi de ce nouveau produit. Les principaux écueils dans lesquels peuvent tomber les projets sont de surestimer la matière première disponible, de sur-dimensionner l'équipement de production et de sous-estimer la difficulté de pénétration du marché. Face à ces écueils penser à un développement de type microprojet peut être la solution, en commençant par une production réduite pour affiner la connaissance du contexte, des fournisseurs et de la clientèle.

S'il fallait mettre en avant une leçon phare apprise au cours de cette étude, ce serait le fait qu'un projet de charbon vert est avant tout un projet productif qui a pour but de satisfaire un marché potentiel avec un produit totalement nouveau issu de la transformation de matières premières disponibles. **C'est un projet qui doit être pensé comme un projet d'entrepreneuriat social.** Certes il s'agit d'un projet qui apporte de nombreux avantages sociaux et environnementaux mais son impact dépendra de la rentabilité de l'activité et de sa capacité à pénétrer un marché très compétitif : le marché du charbon de bois.



### 5.1 GRILLE DE CRITERES D’EVALUATION DU PROJET YASAGU (ANNEXE 1)

Critères	Questions	Hypothèses
Pertinence du projet	Comment s’est formulé le projet? Qui a pris part à la formulation?	La formulation du projet a pris en compte les besoins et attentes des différents bénéficiaires (acheteurs et producteurs de charbon, GIE d’assainissement)
	Dans quelle mesure la municipalité de Bandiagara et l'autorité coutumière ont participé à la formulation du projet?	Les stratégies des autorités locales ont été prises en compte au cours de la formulation.
	Comment a été sélectionnée la solution de fabrication de charbon vert ?	La solution choisie par le projet d’associer un dispositif de recyclage des déchets à la fabrication de charbon est la solution la plus pertinente sachant le contexte.
Efficacité du projet	Les résultats attendus du projet ont-ils été atteints ? Dans le cas contraire, pour quelle raison n'ont-ils pu être atteints ?	Les résultats tant qualitatifs que quantitatifs ont été atteints au cours de la réalisation du financement de l'AMP
	Y a-t-il eu des effets non attendus (effets positifs ou négatifs) ? Quels sont ces effets ?	Il y a eu pu avoir des effets non considérés au cours de la formulation.
	Les bûchettes de charbon ont-elles pu être fabriquées et utilisées ?	Le projet a atteint son principal objectif qui été de créer des bûchettes de charbon à partir de résidus biodégradables
	Le centre a-t-il pu produire du compost qui est utilisé ?	Le projet a atteint son deuxième objectif qui est de créer du compost biologique (activité liée à la ferme semencière).
Efficience du projet	Y a-t-il eu des retards dans l'exécution financière du projet ? Pour quelle raison ?	L’utilisation des fonds s'est réalisée au cours de la durée du projet initialement proposée.
	Y a-t-il eu des coûts non prévus au cours de la formulation qui ont rendu difficile la réalisation du projet ?	Les coûts ont été prévus de manière adéquate sans que le projet constate de dépassements.
Impact actuel	Aujourd'hui, quel est le volume de production et de vente de charbon vert du centre ?	Le centre a pu augmenter la vente de briquettes en établissant une stratégie de vente et de communication du produit.
	Aujourd'hui, y a-t-il des acheteurs réguliers de charbon vert ? Pour quelles raisons préfèrent-ils le charbon vert ?	Le projet et ses réajustements ont amélioré l'offre de combustible domestique sur le marché de Bandiagara.
	En quoi la vente des déchets au centre a amélioré la gestion des GIE d’assainissement ?	Le projet et ses réajustements ont permis d'assurer un flux constant de recettes aux GIE par la vente des déchets au centre.
	Les travailleurs du centre ont-ils amélioré leurs conditions de travail en travaillant pour le centre ? (pénibilité et/ou salaire)	Aujourd'hui, les travailleurs du centre ont augmenté leurs revenus et diminué la pénibilité de leur travail.
	Les vendeurs de charbon vert ont-ils augmenté leurs revenus en comparaison avec la vente de charbon de bois ?	Les vendeurs de charbon vert font plus de bénéfices que lorsqu'ils vendaient du charbon de bois.



Critères	Questions	Hypothèses
	Le charbon vert produit représente-t-il un risque pour ses utilisateurs, en ce qui concerne les émanations de fumées ?	La composition des fumées du charbon vert de Yasagu n'est pas toxique.
Viabilité actuelle	Yasagu doit-il encore chercher des sources de financement pour maintenir les activités du centre ?	La production de bûchettes est une activité autosuffisante.
	Les travailleurs du centre ont-ils encore besoin de formation technique ?	Les travailleurs sont suffisamment formés.
	Le centre a-t-il réussi à améliorer du charbon ? De quelle manière ?	Le charbon produit a un pouvoir calorifique similaire à celui du charbon de bois.
	Le taux de collecte a-t-il pu augmenter de nouveau ? De quelle manière ?	Le taux de collecte des déchets qui avait fortement diminué suite à une baisse du prix d'achat des déchets a retrouvé un niveau suffisant.
Répliquabilité actuelle	Est-ce que le projet est prêt à être répliqué ? Si oui, quel en est le « mode d'emploi » ? Si non, quelles recommandations concrètes peuvent être formulées ?	Yasagu a réalisé un important travail de recherche-action qui permet de répliquer une grande partie des activités développées par le centre.

## 5.2 LISTE DES PERSONNES ENQUETÉES DANS LE CADRE DE L'ÉVALUATION DU PROJET DE YASAGU (ANNEXE 2)

### Liste des membres du CVDB enquêtés

Prénoms et Nom	Niveau de Formation	Poste	Ancienneté
Kola Idrissa Koné	Technicien de formation	Charretier (transport de déchets solides)	3 ans
Moumini Guindo	Charbonnier (niveau d'étude 6 <sup>ème</sup> année primaire)	Charbonnier pour les tris des déchets solides	3 ans
Adama Sagara	Charbonnier pour les tris des déchets solides (analphabète)	Charretier (transport de déchets solides)	3 ans
Seydou Guelodiè	Technicien de bâtiment	Assistant du chef de centre	3 ans
Hama Kassogué	Les tris des DUS (Déchets Solides Urbaines)	Charretier (transport des Déchets solides)	3 ans
Seydou A. Togo	Charbonnier pour les tris des déchets solides (analphabète)	charbonnier	3 ans
Allaye Tessougué	Les techniques indiennes de production de charbon vert	Chef de centre et responsable des formations des travailleurs	3 ans



### Liste des acteurs clés en relation avec le CVDB

Equipe du projet Yasagu	Carole Refabert, responsable Yasagu France Professeur Adama Ouedraogo, Conseiller Yasagu
Représentants des GIE d'assainissement	Djinguido Djiguiba, Vice-président du GIE WALU-KULO-BALA Amadou Djiguiba dit BB, Présient du GIE PASS-PASS Kadia Kodio, Présidente du GIE WALU-KULO-BALA
Vendeurs de charbon vert	Antimbè Ouologuem, vendeur de charbon au 8 <sup>ème</sup> quartier de Bandiagara depuis mars 11. Youssef Ongoiba, vendeur de charbon au 3 <sup>ème</sup> quartier de Bandiagara depuis mars 11
Utilisateurs et ex-utilisateurs de charbon vert	Gado Ouologuem, ménagère à Bandiagara, ex-cliente Hawa djiguiba, ménagère à Bandiagara, ex-cliente Yanana djiguiba, ménagère à Bandiagara, ex-cliente Aly Djiguiba, couturier brodeur à Bandiagara, ex-client Ambaba Ouologuem, instituteur à l'école fondamentale de Bandiagara, consommateur de charbon vert depuis au début 2011

### 5.3 LISTE DES PROJETS ENQUETES (ANNEXE 3)

Projets	Début	Pays	Production mensuelle	Charbon de bois	Déchets carbonisés	Déchets non carbonisés
AEST Ltd	2011	Ouganda	25t	x	x	
Arise	2008	Ouganda	450-1500kg		x	
Biochar Sénégal	1998	Sénégal	ND	x	x	
Bioterre	2003	Sénégal	arrêtée	x		x
Brades	2006	Sénégal	12t	x		
Briketi	2011	Ouganda	50t	x		
CVDB	2011	Mali	800-1200kg	x	x	
KTYI	2011	Ouganda	500kg	x	x	
Masupa	2009	Ouganda	600-650kg	x	x	
Nicolas	2011	Ouganda	500kg	x		
Proscovia	2013	Ouganda	60-100kg		x	
Samson	2007	Ouganda	500kg	x		
SGFE	2004	Cambodge	20t	x	(x)	



## 5.4 TYPES DE FOURS A CHARBON UTILISES (ANNEXE 4)



*Four malgache (Source : Enda)*



*Four diambar (Source : Enda)*



*Four KCJ (Source : Cookswell Jikos blog)*



*New Laos stove (Source : GERES)*



*Four traditionnel ougandais*



*Four « bucket stove » (Source : Bisu project)*



## 5.5 FICHE RECAPITULATIVE DES PROJETS VISITES (ANNEXE 5)

Projet	<b>Appropriate Energy Saving Technologies (AEST) LTD</b>	
Contact	Ikalany Betty – Directrice de TEWDI Email: info@tewid.org	
Date de début	2011	
Lieu	Ouganda	
Système de production	Composition du charbon : déchets agricoles carbonisés, charbon de bois, farine de manioc Tamisage Manuel, Broyage Motorisé, Carbonisation en Fûts, Moulage Motorisé Vente de fours améliorés, Clientèle : restaurants, écoles et ménages	
Contexte d'intervention	Zone urbaine (ville de Soroti, 400 km au nord est de Kampala) et zones rurales autour de la ville Fours utilisés : Feu à trois pierres, fours en fer. Prix du charbon au gros : 0,13-0,2€/kg (35 000- 50 000 USh pour 80 kg) Prix de vente au détail : 0,3€/kg (500 USh le pot de 500 g)	
Historique du projet	En 2011, l'association de femmes TEWDI (Teso Women Development Initiatives) décide de créer une entreprise sociale pour permettre aux femmes et aux jeunes de produire et vendre du charbon à partir de résidus agricoles. L'association produit des briquettes faites de déchets carbonisés et des briquettes faites de déchets non carbonisés	
Production	Charbon produit à partir de déchets agricoles, de débris de charbon de bois et de farine de manioc. Production actuelle : 25t/mois Prix de vente au gros : 0,13€/kg (35 000 USh pour 80 kg) charbon Prix de vente au détail : 0,3€/kg (1000 USh/kg) charbon	
Disponibilité de matière première	La poussière de charbon s'achète aux charbonniers de 1,5 à 2€ le sac de 100 kg car les charbonniers le considèrent comme un déchet. 10 charbonniers travaillent avec Tewdi toute l'année. La collecte prend deux heures tous les 15 jours. La farine de manioc s'achète au moulin à 20€ le sac de 100 kg. Le prix augmente à 29€ pendant la période de soudure. Tewdi achète la farine de qualité inférieure qui coûte moins cher. 5 moulins différents lui vendent la farine. La collecte prend 1 heure par mois. Les déchets agricoles s'achètent à 20 agriculteurs environnants à 15€ le camion pour les vieux épis de maïs. Dans le cas des coques d'arachide et de la sciure de bois, Tewdi paye seulement le transport car ce sont des déchets pour les agriculteurs. TEWDI a aussi formé les agriculteurs pour qu'ils carbonisent les résidus agricoles et vendent à AEST mais cela ne semble pas encore un système en place. La collecte prend 11 heures par mois.	
Caractéristique du site de production	<p>Le site de production est un terrain de 0,25 ha qui appartient à un membre du groupe et se trouve dans une zone résidentielle. Un abri a été fabriqué pour les machines. Il n'y a pas assez d'espace pour sécher les briquettes. Ils ont construit des tables de séchage et voudrait mettre des bâches pour éviter de perdre la production lorsqu'il pleut. Il n'y a pas non plus suffisamment d'espace pour stocker les briquettes produites.</p> <p>Pour l'instant les voisins ne se sont pas plaints des fumées de carbonisations, mais Tewdi pense qu'en augmentant la production, c'est possible que les voisins se plaignent. Tewdi s'est réunie avec la municipalité de Soroti qui accepte de leur donner un terrain si Tewdi trouve les fonds pour clôturer le terrain et construire les infrastructures nécessaires.</p>	 
Technologie et choix des machines	Pour les briquettes non carbonisés : Séchage de la biomasse Broyage des coques d'arachide et de la sciure de bois avec un moulin Mélange manuelle des composants ou avec le mélangeur motorisé Extrudage motorisé des briquettes Séchage pendant 2 jours	



	<p>Conditionnement dans des paquets de 50 kg</p> <p>Pour les briquettes carbonisées :</p> <p>Carbonisation des déchets dans des fûts (coques d'arachide, épis de maïs et sciure de bois) pendant environ 1 heure</p> <p>Tamisage de la biomasse carbonisée (pour enlever la biomasse non carbonisée)</p> <p>Tamisage du charbon</p> <p>Mélange manuelle des composants ou avec le mélangeur motorisé</p> <p>Extrudage motorisé des briquettes (80% des briquettes) et 20% avec presse manuelle du MIT D-Lab</p> <p>Séchage pendant 2-3 jours et Conditionnement</p> 
<p>Ressources humaines et connaissances techniques</p>	<p>15 personnes travaillent : 3 responsables des machines, 3 carbonisent les déchets agricoles, 3 tamisent le charbon, 2 font le liant, 3 font les briquettes, les séchent et les mettent en sachet, 2 coordonnent le travail et s'occupent des ventes.</p> <p>Les membres de Tewdi ont fait de recherches sur internet pour apprendre des briquettes, ils ont visité d'autres projets en Ouganda et ont reçu une formation des étudiants de MIT D-Lab et de leur professeur Amy Smith. Puis ils ont amélioré les briquettes par eux mêmes.</p>
<p>Financement</p>	<p>Petites subventions de Harvest Fuel Initiatives, du MIT D-Lab</p> <p>Lauréat du prix SEED.</p>
<p>Distribution du produit</p>	<p>Pour trouver des clients institutionnels, Tewdi a réalisé des démonstrations, a donné des échantillons et a vendu à prix réduit des fours améliorés qui utilisent les briquettes. Puis ils ont signé un contrat.</p> <p>Pour ce qui est des ménages, Tewdi donne des échantillons, fait des démonstrations avec du porte à porte, a mis des magasins proche des marchés, conditionne les briquettes dans des sachets de petite quantité. Le plus important est que Tewdi vend les briquettes moins chères que ce que le charbon de bois est vendu</p> <p>Les canaux de distribution sont : la vente du produit au marché de Soroti, la vente directement sur le site de production qui a un espace de démonstration et 3 sites de ventes de briquettes répartis dans la municipalité. Finalement, Tewdi réalise également des livraisons toutes les semaines en particulier aux écoles et hôtels qui représentent plus de la moitié des achats (7 écoles, 5 hôtels et un orphelinat)</p> 
<p>Stratégie de développement</p>	<p>Tewdi souhaite améliorer al production en changeant de site de production pour avoir un terrain suffisamment grand pour sécher les briquettes et augmenter la production avec deux extrudeuses supplémentaires.</p>
<p>Connaissance du produit</p>	<p>Tewdi échange avec différents projets de manière informelle (visites des projets surtout).</p> <p>Pour l'instant Tewdi n'a pas analysé les briquettes. Il est prévu que Tewdi feront les analyses avec les étudiants du MIT D-LAB en janvier 2014. Le problème des briquettes non carbonisées est qu'elles fument (il faut donc les utiliser avec une cheminée ou des fours Lorena). Le problème des briquettes carbonisées est l'allumage difficile et le taux de cendres élevé.</p>
<p>Leçons apprises</p>	<p>Les petits restaurants et les institutions aiment beaucoup le fait d'avoir beaucoup de cendres car ça maintient la nourriture chaude toute la journée.</p> <p>Il est intéressant de faire des briquettes carbonisées et non carbonisées pour répondre à différents segments de marché.</p> <p>Donner à prix réduits des fours améliorés qui fonctionnent avec les briquettes produites à des institutions permet de fidéliser de gros clients et d'assurer une production minimum chaque mois.</p>



Projet	<b>Arise Foundation : Projet de briquettes</b>	
Contact	Jude Nyanzi- Administrateur de la Fondation Arise Email : info@arisefo.org	
Date de début	2008	
Lieu	Ouganda	
Système de production	Composition du charbon : déchets ménagers carbonisés, farine de manioc et argile Tamisage manuel, Broyage manuel, Carbonisation en Fûts, Moulage manuel Vente de fours améliorés, Clientèle : ménages	
Contexte d'intervention	Zones urbaines (quartiers marginalisés de la banlieue de Kampala) Fours utilisés : fours traditionnelle en poterie (peu utilisées), fours en fer (3€) et fours améliorés (Ugastove, 11,50€) Prix du charbon de bois : 0,3-0,44 €/kg (500-750 USh pour un pot de 500 g)	
Historique du projet	En 2008, un groupe de jeunes universitaires du quartier de Makindye crée une fondation avec l'objectif de trouver des solutions pour la jeunesse de leurs quartiers. C'est ainsi que débute le projet de production de briquettes et de fours améliorés. Il a pour but de créer des emplois et de traiter les déchets des rues. La première presse était en bois puis l'équipe a inventé une presse à vis mais elle ralentissait beaucoup le pressage. En 2010, Arise réussit à mettre au point un four et une briquette qui fonctionnent bien. Aujourd'hui la fondation utilise une presse avec un mécanisme hydraulique. Elle a formé cinq associations de femmes aux méthodes de carbonisations et actuellement ces associations produisent également des briquettes.	
Production	Charbon produit à partir de résidus de maïs, peaux de bananes, pelures de manioc, herbes, sciure de bois et farine de manioc comme liant. Arise ajoute également de l'argile pour augmenter le temps de cuisson. Les briquettes sont de type « Yeontan ». 3 fûts de charbon carbonisé + 750 g de farine de manioc + argile + eau = 25 briquettes. La production est irrégulière : un bon mois Arise peut vendre 1000 briquettes, un mauvais mois la vente peut chuter à 300 briquettes. Actuellement le charbon vert est vendu 0,3 €/briquette d'environ 1,5kg (1000 USh/briquette). Coût de production de l'ordre de 0,25€/briquette (900 USh/kg)	
Disponibilité de matière première	La collecte des déchets se fait auprès de 40 familles. Une famille a besoin de 10 jours pour remplir un sac de déchet. Arise ramasse également les déchets dans la rue. Quand une famille donne deux sacs de déchets, elle reçoit 4 briquettes en échange. Le liant est la farine de manioc qui s'achète dans les épiceries. (0,35€/kg, 1200 USh/kg)	
Caractéristique du site de production	Il y a deux sites de production : un site proche des maisons avec juste un fût de carbonisation qui ne sert que rarement (voir photo) et un site plus éloigné où l'équipe carbonise le samedi ou dimanche et a plusieurs fûts de carbonisation. Arise loue une maison qui a un bureau (siège de la fondation) et une pièce fermée d'environ 25 m2 où sont entreposés les équipements et les briquettes qui sèchent quand il pleut. Une terrasse accolée à la maison sert de lieu de production des briquettes.	
Technologie et choix des machines	Séchage à l'air libre Carbonisation dans un fût (3 sacs pour remplir un fût) Broyage et tamisage manuel pour avoir une poudre homogène de charbon Mélange avec farine de manioc, argile et eau comme liant (3 fûts de charbon pour 800 g de farine)	



	<p>Pressage manuelle (en une heure on peut faire 5 briquettes). La machine a coûté 265€ (900 000 US\$) et beaucoup de temps de travail de l'équipe. Séchage pendant 3 jours à l'air libre</p>	
Ressources humaines et connaissances techniques	<p>L'équipe compte avec un responsable du projet et 4 personnes. Ils collectent les déchets chacun leur tour et ne sont pas salariées : ils reçoivent une rétribution en fonction des ventes. L'équipe est responsable de tout le processus : collecte jusqu'à la vente. Le responsable du projet est très actif et a fait de nombreuses recherches sur internet pour améliorer le charbon produit. Par contre il y a peu de travail de fait pour améliorer la vente. De manière générale, l'équipe a appris sur le tas. Cependant il est important de souligner le fait que la majorité des membres de Arise sont allés à l'université : ils ont étudiés sociologie, business, chimie, etc.</p>	
Financement	<p>Arise reçoit quelques fonds de l'église locale mais la majorité des fonds sont propres aux membres de la fondation.</p>	
Distribution du produit	<p>Il faut obligatoirement avoir le four amélioré conçu par Arise pour utiliser cette briquette, ce qui réduit considérablement le nombre de clients. Le four est vendu entre 3€ et 9€ en fonction de la taille du four. Aujourd'hui il y a environ 250 ménages avec un four amélioré de la fondation. Il n'y a qu'un point de vente qui est le siège de Arise. Le problème de la distribution est que le transport est coûteux : il est difficile d'avoir des clients loin du siège. Par contre il n'y a pas de problème de pertes au cours du transport : les briquettes sont suffisamment solides. Le produit est vendu sans conditionnement.</p>	
Stratégie de développement	<p>Arise est en train de tester une nouvelle presse pour faire des briquettes plus petites qui durent environ 3-4 heures et seraient vendues à 500 US\$/kg (0,15€/kg). Arise souhaite également mécaniser la production grâce à l'achat d'une presse motorisée chinoise qui coûte 2 000€ et permettrait de produire jusqu'à 1,5 t de briquette par jour.</p>	
Connaissance du produit	<p>Arise n'a pas analysé le produit mais les tests de cuisson montrent que le charbon brûle bien et pendant presque 8 heures. De nombreux trous permettent d'améliorer la combustion par une meilleure oxygénation. Les principaux inconvénients rencontrés sont :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• un allumage un peu difficile lorsqu'on n'est pas familiarisé (il faut utiliser faire brûler du papier en petite quantité jusqu'à ce que ça prenne en quelques minutes)</li> <li>• le fait que le charbon brûle parfois trop fort pour certains plats ; même si en régulant l'entrée d'air, l'intensité de la combustion peut être largement diminuée.</li> <li>• le fait que la briquette ne puisse pas s'éteindre pour être réutilisée plus tard</li> <li>• l'obligation d'utiliser le four Arise</li> </ul>	
Leçons apprises	<p>Produire du charbon vert en carbonisant des déchets peut être une entreprise rentable à petite échelle. Fidéliser la collecte des déchets en échange de briquettes permet de faire connaître le produit et de minimiser les charges de trésorerie. L'argile est un composant essentiel qui permet d'augmenter le temps de combustion des briquettes. Cependant si le taux d'argile est trop important, l'intensité de la combustion peut ne pas être suffisante. Les déchets choisis sont extrêmement importants. Dans le cas de Arise, la forte teneur en pelures de bananes permet d'assurer un pouvoir calorifique élevé de la briquette.</p>	

Projet	<b>Biochar Sénégal (Ex-projet Pro-Natura)</b>
Contact	Monsieur Guy Reinaud – Pro-Natura : guy.reinaud@pronatura.org Madame Awa Toure Diop - CMA: awa.diop@cma-groupe.com
Date de début	1998 depuis fin 2007 machine en place
Lieu	Sénégal
Système de	Composition du charbon : déchets agricoles carbonisés, charbon de bois, argile



production	Tamisage manuel, Pas de broyage, Carbonisation en Fûts, Moulage motorisée Pas de vente de fours améliorés, Clientèle : ménages
Contexte d'intervention	Production en zone rurale (Ross Béthio) et vente en zone urbaine dans la banlieue de Dakar Fours utilisés : Fours malgaches (fours traditionnelles) et fours diambar (fours améliorés) Prix du charbon de bois : 0,5 €/kg (250-300 FCFA/pot de 750 g)
Historique du projet	En 1994, la société Delta 2000, spécialisée dans le décorticage du riz, teste le procédé de valorisation des balles de riz sous forme de briquettes combustibles et produit 100 tonnes de briquettes de balles de riz à titre expérimental dont une bonne partie est vendue. En 1998, Delta 2000 choisit de collaborer avec l'ONG PRO-NATURA-International afin d'améliorer la qualité du combustible, en incorporant au processus de briquetage un carbonisateur et un agglomérateur. Cette nouvelle technologie est expérimentée entre 1999 et 2000 à Ross Béthio. Le procédé développé est une carbonisation en continu de déchets de type balles de riz, typha ou tiges de coton avec la réutilisation des gaz produits lors de la carbonisation. En 2008-2009, de nouveaux tests sont réalisés pour étudier l'utilisation du charbon produit comme fertilisant des sols (biochar) et améliorer la production de briquettes. De manière générale le matériel n'est pas utilisé de manière constante sinon que le site est tourné vers de la recherche-action. La durée maximum d'usage de l'équipement de carbonisation a eu lieu en 2009 et a duré 23 jours. En 2013, CMA et des investisseurs italiens créent la société Biochar Sénégal dans le but de racheter le projet Pro-Natura. Il est prévu la construction d'une nouvelle usine courant 2014. Pour l'instant l'usine fonctionne au ralenti et est presque arrêtée.
Production	Charbon produit à partir de balles de riz carbonisées, de typha carbonisé, de poussière de charbon et d'argile comme liant (20%). Les proportions de chaque composé ne sont pas encore définies. Pouvoir calorifique : «Il faut utiliser de 20 à 30% plus de charbon vert que de charbon de bois pour le même usage.» Capacité de production: 800t/an avec le pyro-5. Les données de production ne sont pas disponibles. Guy Reinaud a souligné le fait que il s'agit d'une unité de démonstration qui a tourné par campagne et n'avait pas pour but de réaliser une production industrielle. Du charbon vert a été vendu en 2008-2009 autour de 0,15 €/kg (100 FCFA/kg) Actuellement le charbon vert est vendu 0,3 €/kg (200 FCFA/kg) au gros et 0,35 €/kg (225-250 FCFA/kg) au détail.
Disponibilité de matière première	Selon Guy Reinaud, l'accès à la biomasse n'est pas un problème. Le liant actuel est l'argile. Elle se trouve dans les carrières autour du site de production. Dans un premier temps, Pro-Natura utilisait la gomme arabique comme liant mais c'est un produit cher et qui ne pèse rien (il faut rappeler le fait que le produit est vendu au poids). Biochar Sénégal a acheté la balle de riz à de gros riziculteurs avant même la récolte. Le prix a été fixé 50 000 FCFA pour 4 tonnes de balles de riz. (0,02 €/kg ou 12,5 FCFA/kg) La poussière de charbon est achetée aux charbonniers qui déposent directement à la porte du site de production. Biochar Sénégal ne paye que la poussière de charbon qui entre dans l'usine : c'est donc le charbonnier qui avance la trésorerie pour cette matière première. Le prix d'achat est de 60 FCFA/kg (0,1 €/kg) Le Typha Australis est un roseau envahissant le fleuve Sénégal. Biochar Sénégal achète les bottes de typha sec de 16 kg à 250 FCFA (16 FCFA/kg ou 0,025€/kg). Bien que le Typha soit très présent, sa coupe et sa préparation coûtent chères. Une personne peut ramasser autour de 1 tonne par jour de typha humide. Puis le typha doit sécher entre 5 et 10 jours et perd une grande partie de son poids : 1 tonne de typha humide correspond à 300 kg de typha sec et 75kg de charbon vert.
Caractéristique du site de production	Le site comporte un bureau et un hangar qui protège l'équipement pyro-5, un mélangeur de type bétonneuse, deux extrudeuses motorisées (avec différentes formes de moules). L'aire de stockage des matières premières n'est pas protégée, le centre ne possède pas d'aire de séchage des briquettes ni de séchoir. Un four de carbonisation de type « 3 fûts » a été ajouté au fond du terrain. Le site carbonise et a déjà eu des plaintes des voisins (avec le carbonisateur 3 fûts. C'est pourquoi la carbonisation se réalise surtout la nuit.



<p>Technologie et choix des machines</p>	<p>Tamissage manuel du charbon reçu Séchage final du typha Carbonisation du typha dans le carbonisateur 3 fûts (rendement de 34%) Carbonisation de la balle de riz dans le Pyro5 (rendement de 45% selon données Pro-Natura) Mélange dans le mélangeur type bétonnière Extrudage motorisé et séchage au soleil Selon CMA, le pyro 5 marche bien mais doit tourner en continu car le lancement coûte cher : le préchauffage se fait par un brûleur alimenté en gasoil, puis le chauffage est assuré uniquement par la combustion des gaz de pyrolyse mélangés à de l'air chaud provenant de l'échangeur. Le pyro5 ne peut pas être utilisé pour la carbonisation de typha car il y a des problèmes de bourrage et le carbonisateur chauffe trop et réduit le produit en cendre.</p>	
<p>Ressources humaines et connaissances techniques</p>	<p>Le site ne comptait qu'avec peu de personnel fixe : il tournait avec des journaliers. Aujourd'hui Biochar Sénégal a un responsable de production, un assistant de production et un responsable des ventes. Ce sont des personnes qualifiées.</p>	
<p>Financement</p>	<p>Le projet a reçu un premier financement en 1998 (projet avec Delta 2000). Par la suite Pro-Natura a reçu des financements à travers le MDP et à travers la Commission Européenne pour la production de 800 t/an. Aujourd'hui le projet ne fonctionne qu'avec des financements privés.</p>	
<p>Distribution du produit</p>	<p>Des essais d'acceptabilité ont été réalisés et il semble qu'une partie de la production ait été vendue, cependant nous n'avons pas pu avoir accès à cette information. Depuis la reprise par Biochar Sénégal, un agent a été recruté pour gérer les ventes de charbon vert. Il a fait des essais de distribution du produit à Thiès qui n'ont pas été concluants. Aujourd'hui la vente se réalise dans la banlieue de Dakar : Biochar compte déjà avec 2 distributeurs et 1 autre est en phase test. Cela reste encore des volumes faibles de vente.</p>	
<p>Stratégie de développement</p>	<p>Biochar Sénégal a pour but de construire une nouvelle usine plus opérationnelle qui aurait 2 machines de type pyro7. Le pyro 7 est la dernière génération de carbonisateur de Pro-Natura. Il permet de produire 750kg de charbon par jour et par machine. Son coût semble être de 50 000 €.</p>	
<p>Connaissance du produit</p>	<p>Le site n'a pas de laboratoire et l'équipe en place n'a pas eu accès à des données sur une analyse physico-chimique du charbon vert. Les études réalisées par Pro-Natura semblent s'être principalement centrées sur l'utilisation de la poussière de charbon vert comme biochar dans les champs. Cependant des tests de cuisson sont réalisés par le responsable du site de production et les retours des clients sont pris en compte. Les principaux problèmes sont la difficulté de l'allumage, le fait qu'on ne puisse pas réutiliser le charbon non utilisé et le taux de cendres. L'idée d'ajouter du typha carbonisé au charbon produit est pour réduire le taux de cendres.</p>	
<p>Leçons apprises</p>	<p>Le transport de la matière première peut être extrêmement coûteux et il peut être intéressant de penser plutôt à transporter le carbonisateur. On peut utiliser n'importe quel four en mettant la marmite en équilibre sur 3 grosses pierres pour que la marmite ne touche pas les braises et n'étouffe pas les cendres.</p>	



Projet	<b>Bioterre</b>	
Contact	Monsieur Fall – Ancien directeur du site de production Email : layemoussafall@yahoo.fr	
Date de début	2003	
Lieu	Sénégal	
Système de production	Composition du charbon : déchets agricoles non carbonisés, charbon de bois, argile Tamisage motorisé, Broyage motorisé, Pas de Carbonisation, Moulage motorisé Pas de vente de fours améliorés, Clientèle : ménages	
Contexte d'intervention	Production en zone rurale (Ross Béthio) et vente en zone urbaine (Thiès) Fours utilisés : Fours malgaches (fours traditionnelles) et fours diambar (fours améliorés) Prix du charbon de bois : 0,5 €/kg (250-300 FCFA/pot de 750 g)	
Historique du projet	<p>En 2001 le Centre wallon de Recherches agronomiques sélectionne le site de Ross Béthio pour mettre en place une unité de production de charbon vert à partir de balles de riz De 2003 à 2005 deux experts du CRA-W Gembloux réalisent des tests pour mettre au point une unité expérimentale de production de charbon vert et distribuent 2 tonnes de combustible pour réaliser le test d'acceptabilité qui semble concluant, surtout lorsque les ménages utilisent le four spécialement développé à cet effet par le CRA-W.</p> <p>De 2008 à 2011, le projet entre dans sa phase semi-industrielle de production et commercialisation avec l'appui de l'UEMOA. Aujourd'hui le projet ne reçoit plus de subvention et l'usine est à l'arrêt car en attente de l'appel d'offres que doit gérer le ministère de l'énergie pour trouver un repreneur.</p>	
Production	<p>Charbon produit à partir de balles de riz non carbonisées (30%), de poussière de charbon (50%) et d'argile comme liant (20%). Pouvoir calorifique : 8-17 kJ Capacité de production: 500t/an.</p> <p>Le seuil de rentabilité de l'usine est de 120 tonnes/an, selon les données du CRA – W.</p> <p>Production entre janvier 2009 et juillet 2012: 125 tonnes. Vente de 11 t en 2011 et 18 t en 2012 à travers les distributeurs. Prix de vente en 2012 : 0,2 €/kg (125-150 FCFA/kg)</p>	
Disponibilité de matière première	<p>La poussière de charbon s'achète aux charbonniers à 50-65 FCFA/kg. Au début du projet, elle était gratuite mais maintenant les petits forgerons l'utilisent aussi.</p> <p>Les balles de riz s'achètent 10-12 FCFA/kg (0,02€ /kg). Il y a 3 récoltes par an de riz dans la région, en stockant il est donc possible d'avoir de la matière première toute l'année. Au début du projet c'était considéré comme un déchet encombrant mais maintenant des commerçants viennent l'acheter pour les aviculteurs et les pêcheurs de Dakar. Les balles de riz aident à maintenir la glace des pêcheurs et sert de litière pour les poussins.</p> <p>L'argile se trouve dans les carrières autour du site de production.</p>	
Caractéristique du site de production	<p>Le site comporte un bureau, un petit laboratoire, un hangar avec les équipements de production et des aires de stockage des matières premières et du produit fini. A l'extérieur, le site a une aire de séchage et un container pour le séchage.</p> <p>Le site ne carbonise presque pas et il ne produit donc pas de nuisances par les fumées. Dans tous les cas, peu de maisons se trouvent proche du site.</p>	
Technologie et choix des machines	<p>Achat de 80 000€ d'équipement pour motoriser la chaîne de production</p> <p>Broyage motorisé des balles de riz, de l'argile</p> <p>Tamisage de la poussière de charbon</p> <p>3 bétonnières adaptées en mélangeurs</p> <p>8 bétonnières adaptées pour le bouletage du produit</p> <p>Zone de séchage et séchoir dans un container</p>	



	<p>Ensacheuse et deux containers de stockage Un groupe électrogène et un atelier de soudure</p> <p>Le séchoir a été pensé pour résoudre le problème du séchage à l'air libre pendant la saison des pluies. Le séchoir peut sécher une tonne de boulettes à la fois.</p> <p>Pas de carbonisation des balles de riz afin de diminuer les coûts de production</p>																												
<p>Ressources humaines et connaissances techniques</p>	<p>Le projet comptait avec un responsable de production, une secrétaire et un responsable de la vente. De plus il y avait environ 7 journaliers pour produire le charbon.</p> <p>Les charges salariales s'élevaient à environ 1220€ /mois (800 000 FCFA/mois).</p>																												
<p>Financement</p>	<p>Appui de la coopération wallonne et de l'UEMOA</p> <p>A la fin des financements en 2011, la coopération wallonne a choisi de maintenir un fonds de roulement de 5 millions de FCFA tous les 3 mois (7 600€) pour assurer la maintenance des équipements du site de production.</p>																												
<p>Distribution du produit</p>	<p>Le produit se vend en sachets plastiques de 2 kg qui sont transportés dans des sachets de 20kg. L'avantage de ce produit par rapport au charbon de bois est que la qualité est relativement homogène et que les sachets contiennent toujours 2 kg, jamais moins.</p> <p>Le produit ne se vend pas à Ross Béthio car c'est une zone rurale sans problème important pour trouver du bois. Il se vend à Thiès depuis déc. 2010 à travers des distributeurs (10 distributeurs au total). La stratégie de vente était de donner des échantillons, faire des démonstrations de cuisson avec des foyers malgaches et des foyers diambar (ou foyers améliorés).</p>																												
<p>Stratégie de développement</p>	<p>Aujourd'hui le ministère de l'énergie a choisi de lancer un appel d'offre pour trouver un reprenneur de l'usine. Il y aura besoin d'avoir un spécialiste en marketing dans l'équipe pour réussir à vendre le produit.</p>																												
<p>Connaissance du produit</p>	<p>L'unité est dotée d'un laboratoire d'analyse des principales propriétés physiques des biocombustibles solides et d'un banc de mesure combustion.</p> <p>Les boulets produits actuellement ne dégagent presque pas de fumée et sont compatibles dans tous types de fourneaux. L'avantage principal repose sur une durée de combustion de 30% supérieure au charbon de bois.</p> <p>Des tests furent réalisés avec du typha carbonisé mais le typha est coûteux au niveau de la collecte, du temps de séchage et de la carbonisation.</p>	<table border="1"> <caption>Comparaison entre les courbes de température d'eau obtenues à l'aide d'un même budget de boulets BioTerre &amp; de charbon de bois</caption> <thead> <tr> <th>Temps (min)</th> <th>BioTerre (°C)</th> <th>Charbon de bois (°C)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>0</td><td>20</td><td>20</td></tr> <tr><td>5</td><td>65</td><td>30</td></tr> <tr><td>10</td><td>100</td><td>50</td></tr> <tr><td>15</td><td>100</td><td>70</td></tr> <tr><td>20</td><td>100</td><td>80</td></tr> <tr><td>25</td><td>100</td><td>85</td></tr> <tr><td>30</td><td>100</td><td>85</td></tr> <tr><td>35</td><td>95</td><td>80</td></tr> </tbody> </table>	Temps (min)	BioTerre (°C)	Charbon de bois (°C)	0	20	20	5	65	30	10	100	50	15	100	70	20	100	80	25	100	85	30	100	85	35	95	80
Temps (min)	BioTerre (°C)	Charbon de bois (°C)																											
0	20	20																											
5	65	30																											
10	100	50																											
15	100	70																											
20	100	80																											
25	100	85																											
30	100	85																											
35	95	80																											
<p>Leçons apprises</p>	<p>La poussière de charbon permet de noircir et durcir le produit et facilite l'allumage. L'argile permet de faire durer plus longtemps la combustion.</p> <p>Il est important d'adapter la technologie au type de matière première utilisée. Ainsi, en travaillant avec des balles de riz, il est compliqué de trouver une presse car la silice use beaucoup les pièces, c'est pourquoi Bioterre travaille en faisant des boulettes</p> <p>L'allumage est aisé lorsqu'on utilise une cheminée faite, par exemple, de deux boîtes de conserve pour forcer le tirage en allumage.</p>																												



Il est nécessaire de former les utilisateurs aux méthodes d'allumage et surtout réaliser un suivi.

Projet	<b>BRADES (Bureau de recherche-action de développement solidaire)</b>																																				
Contact	Monsieur Diarra – Directeur de Brades Email : bradesenegal@yahoo.fr																																				
Date de début	2006																																				
Lieu	Sénégal																																				
Système de production	Composition du charbon : charbon de bois, argile Tri manuel, pas de broyage, pas de carbonisation, Moulage motorisé Pas de vente de fours améliorés, Clientèle : ménages																																				
Contexte d'intervention	Zone urbaine (Saint Louis) Fours utilisés : Fours malgaches (fours traditionnelles) et fours diambar (fours améliorés) Prix du charbon de bois : 0,5€/kg (400 FCFA/kg)																																				
Historique du projet	En 2006, le PERACOD mène une étude sur la disponibilité en poussier de charbon auprès des détaillants « parc à charbon » de Saint Louis. A la suite de cette étude, Mr Diarra prend la décision de commencer la production de charbon. En septembre 2007, il crée une entreprise individuelle avec ses enfants. Il commence dans un premier temps dans la cour de sa maison avec du matériel manuel (capacité de production de 70 kg/heure) puis se spécialise en motorisant certains processus. La Coopérative Forestière du Fleuve sert d'intermédiaire dans la collecte des résidus de charbon.																																				
Production	<p>Charbon produit à partir de débris de charbon de bois et d'argile. Production de 232t entre nov.2007 et juillet 2012. (En 2012, la production était de 6t/mois) Production actuelle : autour de 12t/mois Prix de vente au gros : 0,2€/kg (entre 100 et 125 FCFA/kg) Prix de vente au détail : 0,25€/kg (entre 150 et 175 FCFA/kg) A la Foire de Dakar, Brades vendait les sacs de 2 kg à 500 FCFA (0,4€/kg)</p>	<table border="1"> <caption>Evolution mensuelle de la Production et de la Vente du biocharbon au niveau de l'Unité de l'Entreprise BRADES</caption> <thead> <tr> <th>Période (mois)</th> <th>Vente demi-gros (kg)</th> <th>Vente détail (kg)</th> <th>Production totale (kg)</th> <th>Vente totale (kg)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>nov-07</td> <td>~200</td> <td>~100</td> <td>~300</td> <td>~300</td> </tr> <tr> <td>dic-07</td> <td>~300</td> <td>~150</td> <td>~450</td> <td>~450</td> </tr> <tr> <td>jan-08</td> <td>~500</td> <td>~200</td> <td>~700</td> <td>~700</td> </tr> <tr> <td>feb-08</td> <td>~800</td> <td>~300</td> <td>~1100</td> <td>~1100</td> </tr> <tr> <td>mar-08</td> <td>~1200</td> <td>~400</td> <td>~1600</td> <td>~1600</td> </tr> <tr> <td>avr-08</td> <td>~1000</td> <td>~300</td> <td>~1300</td> <td>~1300</td> </tr> </tbody> </table>	Période (mois)	Vente demi-gros (kg)	Vente détail (kg)	Production totale (kg)	Vente totale (kg)	nov-07	~200	~100	~300	~300	dic-07	~300	~150	~450	~450	jan-08	~500	~200	~700	~700	feb-08	~800	~300	~1100	~1100	mar-08	~1200	~400	~1600	~1600	avr-08	~1000	~300	~1300	~1300
Période (mois)	Vente demi-gros (kg)	Vente détail (kg)	Production totale (kg)	Vente totale (kg)																																	
nov-07	~200	~100	~300	~300																																	
dic-07	~300	~150	~450	~450																																	
jan-08	~500	~200	~700	~700																																	
feb-08	~800	~300	~1100	~1100																																	
mar-08	~1200	~400	~1600	~1600																																	
avr-08	~1000	~300	~1300	~1300																																	
Disponibilité de matière première	<p>Aujourd'hui Brades semble travailler directement avec les charbonniers sans passer par la coopérative. Des contrats verbaux sont faits avec des parcs de charbonniers. Il est difficile d'avoir l'exclusivité. Il existe environ 90 charbonniers à Saint Louis. Brades en a sélectionné 30. Le prix est de 250 FCFA par sac de 25kg. Quelques personnes achètent la poussière de charbon pour les fosses septiques mais c'est peu de personnes. Le liant est l'argile qui se trouve proche du site de production. L'eau utilisée est l'eau du fleuve.</p>																																				
Caractéristique du site de production	<p>Le site de production n'a pas pu être visité. Le site se trouve sur la partie Est de la ville para rapport au pont Faidherbe, en zone urbaine, proche des charbonniers et des clients. Comme le site ne réalise pas de carbonisation, les nuisances dues aux fumées sont évitées.</p>																																				
Technologie et choix des machines	<p>Tamiseur manuel pour enlever le sable et trier entre fine de charbon, petits morceaux et gros morceaux Broyage manuel de l'argile (au pilon) Mélange manuel (dans une baignoire) de fine et de petits morceaux en proportion toujours similaire avec de l'argile comme liant. Brades a également un mélangeur motorisé qui ne s'utilise que dans le cas de grande commande afin de limiter les coûts d'électricité. 3 compacteurs de type « rotorpress » motorisés avec 1,5</p>																																				



	<p>CV chacun (200 kg/heure). (Avoir 3 compacteurs permet d'assurer une production constante quand bien même l'un des équipements est en panne)</p> <p>Séchage à l'air libre (3 jours).</p> <p>Conditionnement dans des sachets faits à partir de sacs de ciment avec un tampon pour reconnaître le produit.</p> <p>Une charrette pour le transport de la matière première et pour les livraisons.</p> <p>Une moto pour la vente ambulante</p>
Ressources humaines et connaissances techniques	<p>3 personnes responsables de la collecte de la poussière de charbon, une personne responsable de la vente ambulante, un directeur de l'entreprise. Le directeur est extrêmement qualifié (socio-économiste) et a enseigné aux 4 autres personnes qui sont ses enfants. Sa vision est un atout essentiel de l'entreprise.</p>
Financement	<p>Appui initial du PERACOD puis PPP avec le PERACOD : 50% de subvention et 50% de financement privé (avec l'appui d'un crédit du Crédit Mutuel du Sénégal) pour motoriser le processus</p> <p>Prix SEED 2011 (25 000 €), travail avec la JICA pour trouver de nouveaux débouchés.</p> <p>Lauréat du West Africa Forum for clean Energy Financing 2013 (depuis décembre 2013)</p>
Distribution du produit	<p>La distribution se fait soit au détail, soit au demi- gros (aux boutiquiers, associations, ménages qui revendent). Brades a consolidé une vingtaine de points de vente. Cependant pour augmenter sa clientèle Brades a également développé la vente ambulante. Cette vente est réalisée par une employée à moto. L'employée offre un premier kilo de charbon vert et montre aux nouveaux clients comment utiliser le charbon.</p> <p>Les gros morceaux sont vendus comme charbon de bois pour faciliter l'allumage à 300 FCFA/kg.</p> 
Stratégie de développement	<p>Brades a pour objectif de commencer à travailler avec du typha carbonisé. Des tests de production, de cuisson et de commercialisation ont déjà été réalisés. Cela fait plus d'un an que le directeur de Brades travaille avec UN-Habitat comme expert pour réaliser des formations dans les villages pour carboniser le typha.</p> <p>Le but est passer de 12 t/mois à 40t/mois. Dans ce but, Brades pense installer une unité de production à Thiès (pour produire du charbon à partir de mil, maïs, tiges de coton, etc.) et une installation dans une zone de typha proche de Saint Louis.</p> <p>La carbonisation se réalisera avec les carbonisateurs dits « 3 fûts » qui se construisent avec les tôles de 5 fûts. Brades ne souhaite pas travailler avec les balles de riz car c'est difficile à compacter.</p>
Connaissance du produit	<p>Brades n'a pas réalisé d'analyse physico-chimique en laboratoire. Cependant l'entreprise est très attentive aux retours des clients et utilise régulièrement son propre charbon.</p> <p>Il faut 1,25 kg de charbon vert pour faire la même chose qu'avec 1 kg de charbon de bois. L'intensité de la cuisson est moins importante et la durée de combustion est plus importante.</p> <p>Le produit a un taux de cendres élevé. Cependant Mr Diarra ne le considère pas comme un problème si cela ne nuit pas à la qualité de la cuisson.</p> <p>Les inconvénients du charbon produit sont qu'il peut être plus compliqué de l'allumer et de l'entretenir. Pour faciliter l'allumage il faut casser le charbon en morceaux plus petits et remplir le fourneau par petites quantités. Pour entretenir les braises, il faut enlever les cendres, ventiler davantage et en pas écraser les ustensiles sur le charbon. Il y a parfois un peu de sable dans le charbon produit.</p>
Leçons apprises	<p>Ajouter au paquet de charbon vert vendu un paquet pour l'allumage (dans ce cas il s'agit de charbon de bois). Ainsi l'utilisateur a un allumage facilité.</p> <p>Motoriser n'est pas forcément la solution. Il est intéressant d'avoir la possibilité de travailler avec un équipement plus manuel pour limiter les coûts de production tant que la production n'est pas importante.</p> <p>Il peut être plus intéressant de multiplier des petits modèles motorisés plutôt que centraliser tout dans un grand équipement et ainsi éviter que la production soit arrêtée quand l'équipement tombe en panne.</p>



	La vente ambulante est un moyen intéressant de faire connaître le produit (avec une petite moto)	
Nom du projet	<b>Briketi</b>	
Contact	Ronan Le Moguen – CEO Green Bio Energy ronan.lemoguen@greenbioenergy.org	
Date de début	Fin 2011	
Lieu	Ouganda	
Système de production	Composition du charbon de bois : charbon de bois, farine de manioc Pas de Tamisage, Broyage motorisé, Pas de carbonisation, Moulage motorisé Vente de fours améliorés, Clientèle : ménages	
Contexte d'intervention	Site de production en zone périurbaine et vente en zone urbaine (Kampala) Fours utilisés : fours en fer (3€) et fours améliorés (Ugastove, 11,50€, grand modèle) Prix du charbon de bois : 0,3-0,44 €/kg (500-750 USh pour un pot de 500 g)	
Historique du projet	Fin 2011, deux consultants spécialistes des énergies renouvelables choisissent de créer une entreprise (Green Bio Energy) pour produire du charbon vert sous la marque « Briketi ». La production commence en 2012 avec 50kg/jour (en artisanal) puis en motorisant, l'entreprise atteint 300-400 kg/ jour. En parallèle un gros travail est effectué pour sécuriser la matière première. Cependant l'espace de séchage est trop réduit pour permettre d'augmenter la production et il faut déménager le site de production dans un lieu plus éloigné de la ville.	
Production	Charbon produit à partir de débris de charbon de bois et de farine de manioc. Production actuelle : 2t/jour Prix de vente au gros : 0,2€/kg sans transport (35 000 USh pour 50 kg + 3 000 USh de transport,) Prix de vente au détail : 0,3€/kg (1000 USh/kg) Selon Ronan Le Moguen, un sac de 50 kg de Briketi permet de cuire l'équivalent de 50 000 USh de charbon de bois.	
Disponibilité de matière première	La matière première est la poussière de charbon principalement qui est achetée à 40-50 vendeurs de charbon de Kampala. Il n'y a pas de contrats signés mais des accords verbaux pour assurer l'exclusivité à l'entreprise. Briketi demande aux fournisseurs d'assurer une certaine qualité de poussière de charbon : du charbon sec et sans sable. Le charbon est acheté 3000 USh pour 40 kg (75 USh/kg). Briketi réalise 2-3 collectes par semaine avec un camion propre (4t/collecte). Le liant est la farine de manioc.	
Caractéristique du site de production	2 hectares achetés par Briketi à Mukono (30km à l'est de Kampala). Un bâtiment avec un bureau et un magasin fermé avec cadenas pour stocker les sacs. Un hangar ouvert avec des aires de stockage de la poussière de charbon et l'équipement pour produire le charbon. Un espace de séchage des briquettes sous des plastiques de type serre. Le site est isolé mais Briketi a mis en place un système de récupération des eaux de pluie qui lui permet de fonctionner sans problème. Il n'y a pas de carbonisation de déchets donc pas de nuisances pour les fumées. Par contre le volume sonore est très important.	
Technologie et choix des machines	Broyage motorisé des poussières de charbons Préparation de la farine de manioc avec de l'eau chaude dans des fûts Mélangeur motorisé du charbon avec le manioc Briquetage motorisé Séchage des briquettes à l'air libre. Contrôle de la qualité des briquettes au moment du séchage (manuel) Conditionnement manuel	
Ressources humaines et connaissances techniques	Les propriétaires de l'entreprise sont consultants pour la Banque Mondiale. Le CEO et le responsable marketing sont des personnes très qualifiées avec un profil international. L'entreprise a 29 employés (en comptant les journaliers). L'équipe de collecte comprend 4 personnes : une personne responsable des fournisseurs toujours présente au cours des collectes, deux personnes pour charger el camion et un chauffeur. 15 personnes travaillent	



	à l'usine. 10 sont des journaliers. L'équipe de vente comporte 5 personnes.	
Financement	Briketi se finance à travers principalement des fonds propres. Il n'a pas reçu de subventions de la coopération. Le projet a été lauréat du Prix Suez en 2012: 45 000€. Le projet a également travaillé avec le MIT avec une subvention de 20 000 € pour développer le réseau de distribution (50 B points mis en place) Les principaux coûts sont la matière première (un peu moins de 50%) ainsi que le personnel et le transport ex æquo car il y a beaucoup de livraison	
Distribution du produit	La distribution se fait aux hôtels, écoles, orphelinats, foyers par sacs de 50 kg qui valent 38 000 US\$ (hors promotions). Les meilleurs clients sont les classes moyennes et aisées qui achètent des sacs mensuellement. Les familles les plus pauvres ont un budget au jour le jour et ne peuvent pas se permettre l'achat d'un sac de 50 kg et ne trouvent pas avantageux le prix au détail. Briketi a réalisé des enquêtes et, en 2012, 12% des personnes interrogées connaissaient Briketi, alors qu'aujourd'hui 18% connaissent Briketi.	
Stratégie de développement	Briketi ne pense pas augmenter la production pour le moment car le marché est difficile à percer. Les déchets carbonisés ne font pas partie des priorités de Briketi : ils ont essayé de travailler en sous-traitant la carbonisation mais cela complique beaucoup le travail et il y a pour le moment suffisamment de poussière de charbon. Briketi pense plutôt ouvrir un nouveau marché en produisant des briquettes non carbonisés à partir de sciure de bois, coques d'arachide, restes de café. Une autre idée de Briketi est de mettre en place des lieux de stockage du produit de type container à différents points de la ville pour diminuer les coûts de transports.	
Connaissance du produit	Des essais ont été faits avec différents liants. Si le liant est juste de l'argile le feu n'est pas suffisamment intense. Il est difficile de trouver de la gomme arabique en Ouganda. La mélasse produit trop de fumée et ne sent pas bon. Le charbon produit à partir de poussière de charbon est de meilleure qualité que le charbon produit à partir de déchets. Les avantages de Briketi sont que c'est un combustible qui marche dans les fours utilisés par les clients, la qualité est standard, il y a souvent des offres de livraison, c'est un charbon moins salissant que le charbon de bois, il n'y a pas de fumée lors de la combustion. Les inconvénients sont que le charbon est difficile à allumer, il y a beaucoup de cendres et il n'est pas possible d'éteindre le feu pour réutiliser ensuite le Briketi éteint.	
Leçons apprises	Exiger une certaine qualité de matière première est possible sans pour autant augmenter le prix d'achat. Il faut pour cela faire un gros travail de sécurisation de la matière première en fidélisant les fournisseurs et leur assurant un achat constant dans le temps. Les efforts doivent être mis sur le marketing et la vente du produit. Si les ventes augmentent alors la structure peut augmenter sa production.	

Projet	<b>CVDB (Centre de valorisation des Déchets Biodégradables)</b>
Contact	Carole Refabert – Responsable Yasagu France Email : carole.yasagu@gmail.com
Date de début	2011
Lieu	Mali
Système de production	Composition du charbon : Déchets ménagers, charbon de bois, farine de manioc Tri manuel, pas de broyage, Carbonisation en Fûts, Moulage motorisé Pas de vente de fours améliorés, Clientèle : ménages
Contexte d'intervention	Zone semi-urbaine (Bandiagara) Prix du charbon de bois : 200 FCFA/kg
Historique du projet	L'association Yasagu développe son premier projet de production de charbon vert de janvier à septembre 2011 sur la décharge de Djandjiguila à Bamako (Mali). En 2011, le projet est transféré à Bandiagara. Depuis Yasagu crée début 2012 le centre CVDB



	pour la production et vente de briquettes de charbon et de compost.
Production	Charbon produit à partir de débris de charbon de bois, de résidus ménagers et de farine de manioc. Production : entre 200 et 300kg par semaine. (vente proche de zéro actuellement) Prix des briquettes au détail : 0,15€/kg (100 FCFA/kg) Prix des briquettes au gros (pour les distributeurs) : 0,12€/kg (80 FCFA/kg)
Disponibilité de matière première	Les résidus biodégradables : papier, carton, tiges, copeaux de bois, branches et feuilles d'arbres taillés, coupons de tissus, de coton, fines de charbon, restes généralement brûlés du décorticage des céréales, coques d'arachides, os, cornes d'animaux. Ils sont collectés chez les habitants en échange de briquettes. Ils sont beaucoup moins nombreux et beaucoup plus compliqués à ramasser que ce que Yasagu avait prévu. La poussière de charbon se collecte chez les vendeurs de charbon. Le liant (gomme arabique et amidon d'igname) est acheté.
Caractéristique du site de production	Le site de production se trouve en dehors de Bandiagara pour éviter les nuisances dues aux fumées de carbonisation sur un terrain d'environ 60 mètres sur 80 mètres. Le site comprend un magasin de 6 mètres de long, un bureau de même taille, un espace clos en banco pour stocker les RUBS, un hangar pour la production de bûchettes ainsi que 3 puits et un hangar pour la production de compost.
Technologie et choix des machines	Réception des matières premières, stockage Lavage/tamassage du charbon de bois pour séparer le sable du charbon Tri des déchets pour enlever les plastiques Carbonisation des déchets dans des fûts de la technologie ARTI Ajout de liant, extrudage motorisé Séchage à l'air libre
Ressources humaines et connaissances techniques	Le CVDB emploie 10 personnes qui reçoivent l'appui de Yasagu pour améliorer la qualité des briquettes produites.
Financement	Le projet a été financé par l'Agence des Micro-projets (19 200 €). Ce projet a aussi été lauréat du Jardin des Innovations lors du Salon des Solidarités en 2012. Il a reçu un financement de la région Centre.
Distribution du produit	9 distributeurs ont été sélectionnés chacun dans un quartier de la ville. Yasagu offre le charbon pour faire connaître le produit et organise des réunions pour la vente. Yasagu a aussi fait une campagne marketing à la radio et a fait une campagne de sensibilisation diffusant un film dans chacun des quartiers de la ville. Cependant, les usagers ne rachètent pas le charbon vert car ils ne sont pas satisfaits.
Stratégie de développement	Améliorer la qualité du charbon qui continue à avoir un pouvoir calorifique faible. Améliorer le taux de collecte des déchets qui a fortement diminué suite à une baisse du prix d'achat des déchets aux concessions. Augmenter la vente de briquettes en établissant une stratégie de vente et de communication de ce nouveau produit qu'est le charbon vert.
Connaissance du produit	Yasagu a accès au laboratoire de la FAST (Faculté des Sciences et Techniques de l'Université des Sciences, des Techniques et des Technologies de Bamako) où travaille le professeur Ouédraogo. Cependant ils ne comptent pas avec tout le matériel nécessaire. C'est pourquoi ils sont en relation avec le CNESOLER Le charbon a comme principal problème la difficulté d'allumage et le faible pouvoir calorifique. Cependant il est intéressant car il relâche la chaleur lentement et de manière constante.
Leçons apprises	Il faut être attentif à ne pas surestimer la quantité de matière première réellement mobilisable, sa régularité et sa disponibilité. Le contexte est un aspect essentiel pour assurer une vente correcte du produit : dans les zones rurales ou semi-urbaine le prix du charbon de bois est bas et peut limiter la possibilité de rentabilité d'un projet de charbon vert. Il est essentiel de ne commencer la vente du produit qu'une fois que celui-ci répond aux critères de qualité suffisant.



Projet	<b>KTYI – Kyebando Tusobola Youth Initiative Africa</b>	
Contact	Calvin Matovu – Finance Manager de KTYI Email : calvinyouth@rocketmail.com Evelyne Nyafwono – Promoteur marketing et vente des briquettes GVEP Email : evelyne.nyafwono@gvepinternational.org	
Date de début	2011	
Lieu	Ouganda	
Système de production	Composition du charbon : déchets ménagers, charbon de bois, argile, farine de manioc Tri manuel, broyage motorisé, Carbonisation en Fûts, Moulage manuel Pas de vente de fours améliorés, Clientèle : ménages	
Contexte d'intervention	Zone urbaine (Kyebando, quartier de Kampala) Fours utilisés : fours en fer (3€) et fours améliorés (Ugastove, 11,50€, grand modèle) Prix du charbon de bois : 0,3-0,44 €/kg (500-750 USh pour un pot de 500 g)	
Historique du projet	Les membres de l'association KTYI ont reçu une formation par GVEP en production de briquettes au cours de l'année 2011 dans el but de créer des emplois et assainir le quartier. AU départ KTYI faisait des briquettes en forme de boulets à la main. En juin 2012, ils se sont équipés et ont commencé à vendre de manière plus constante.	
Production	Charbon produit à partir de déchets carbonisés, de débris de charbon de bois, d'argile et de farine de manioc. Production actuelle : 500 kg/mois (environ) Prix de vente des briquettes : 0,3€/kg (1000 USh/kg) Prix de vente des briquettes de type « Yeontan » : 0,45€/brique (1500 USh/kg)	
Disponibilité de matière première	Les membres de la communauté apportent leurs résidus organiques dans un terrain derrière le bureau de l'association La poussière de charbon s'achète aux vendeurs de charbon. L'association stocke les sacs et utilise la poussière de charbon lorsqu'il n'y a pas assez de déchets pour carboniser. Actuellement KTYI a une réserve importante sous les aires de séchage (environ une tonne). L'argile a été achetée avec d'autres producteurs du quartier. Ils ont payé un camion rempli d'argile pour 44€. Le liant utilisé est la farine de manioc acheté dans les épiceriees proches du centre.	
Caractéristique du site de production	Le site de production se trouve en zones urbaines. Il s'agit du siège de l'association. Les aires de séchage se trouve dans la cour devant et la cour derrière le bâtiment. Les instruments sont stockés dans une petite pièce accolée au bureau du siège.	
Technologie et choix des machines	<p>Séchage pendant 4 jours des déchets et carbonisation des déchets dans des fûts pendant 5 heures</p> <p>Broyage motorisé du charbon chez un autre entrepreneur (environ 0,1€/kg broyé). KTYI a reçu un broyeur manuel mais ne l'utilise pas.</p> <p>L'argile est broyée manuellement.</p> <p>Mélange de 10 kg de charbon avec 1 kg de farine de manioc et 500 g d'argile avec de l'eau</p> <p>Briquetage manuel</p> <p>Test des briquettes avant de les mettre à la vente pour assurer la qualité</p>	
Ressources humaines et connaissances techniques	30 personnes dans l'association ont reçu une formation de GEVP mais la plupart étudie ou travaille sur d'autres projets. KTYI a 2 employés responsables de la production de charbon.	
Financement	Living Earth a offert un broyeur manuel non utilisé, un carbonisateur et des aires de séchages bâchées. GVEP a aidé à l'achat de 4 presses manuelles : une presse de 12 pièces à 200 €, une presse de 24 pièces à 290€, une presse de petit format de briquette de type « Yeontan » à 60€ et une presse de grand format et petit format de briquette de type« Yeontan » à 290€.	
Distribution du produit	Les acheteurs viennent sur le site de production. Parfois KTYI livrent du charbon à certains foyers qui réalisent une commande importante. KTYI n'a pas de distributeurs et ne notent pas ses ventes de manière constante. L'association donne un sachet	



	d'échantillon aux premiers clients. Si la qualité n'est pas bonne ils baissent le prix de vente
Stratégie de développement	KTYI ne semble pas avoir prioriser la production de briquettes dans sa stratégie pour le moment.
Connaissance du produit	Les briquettes brûlent plus longtemps que le charbon de bois. Les briquettes durent environ 4 heures et contiennent 50% de cendres.
Leçons apprises	L'argile est essentielle pour augmenter la durée de combustion mais si le client souhaite juste cuisiner rapidement et partir, alors il peut être intéressant de faire un produit sans argile. Si une des fournées de charbon vert n'est pas de la qualité voulue, il est possible de vendre le charbon comme « déclassé ».

Projet	<b>Masupa</b>
Contact	Evelyne Nyafwono – Promoteur marketing et vente des briquettes GVEP Email : evelyne.nyafwono@gvepinternational.org
Date de début	Mai 2009
Lieu	Ouganda
Système de production	Composition du charbon : déchets ménagers, charbon de bois, argile, farine de manioc Tri manuel, broyage manuel, carbonisation en Fûts, Moulage manuel Vente de fours améliorés, Clientèle : ménages, hôtels et restaurants
Contexte d'intervention	Production en zone semi-urbaine (Maganjo, banlieue de Kampala) mais vente à Kampala Fours utilisés : fours en fer (3€) et fours améliorés (Ugastove, 11,50€, grand modèle) Prix du charbon de bois : 0,3-0,44 €/kg (500-750 USh pour un pot de 500 g)
Historique du projet	Trois amis (Magret, Susan et Patrick) fondent en mai 2009 l'association Masupa. Au départ ils produisaient les briquettes à la main mais ils se sont peu à peu équipés. En octobre 2013, GVEP les a intégré à son programme pour les aider à améliorer leur production et leur donner la possibilité d'avoir accès à des crédits de manière plus facile.
Production	Charbon produit à partir de déchets carbonisés, de débris de charbon de bois, de « sol rouge » (un peu différent de l'argile) et de farine de manioc. (moitié charbon de débris, moitié poussière de charbon de bois) Production actuelle : 600-650 kg/mois Prix de vente des briquettes de petit format de type « Yeontan » : 0,3€/kg (1000 USh/kg) Prix de vente des briquettes de grand format de type « Yeontan » : 0,45€/briquette (1500 USh/kg)
Disponibilité de matière première	Masupa achète les déchets aux maisons environnantes à 0,8€ par sac. La poussière de charbon s'achète à deux collecteurs qui vendent 1,5€ le sac de 50kg (transport inclus). Le charbon est exigé sec et avec peu de saleté. Il faut le tamiser car il y a du sable. La farine de manioc s'achète dans n'importe quel commerce (c'est bon marché). Le sol rouge vient de la zone environnante.
Caractéristique du site de production	Le site de production est le patio de la maison de l'un des membres de l'association. Masupa carbonise tous les jours mais, pour l'instant, les voisins ne se plaignent pas des fumées. C'est sûrement dû au fait que le carbonisateur n'a pas de maisons proches (en face se trouve un terrain vague). Le chemin pour arriver jusqu'au site de production est relativement compliqué. Le site comprend un petit magasin pour entreposer le produit fini, une aire de séchage que les employés peuvent bâcher lorsqu'il pleut, un atelier où se réalisent le briquetage et le mélange, et un carbonisateur accolé à l'atelier.
Technologie et choix des machines	Tamisage de la poussière de charbon Carbonisation des déchets. Un fût se remplit avec 3 sacs de déchets. 3 sacs de déchets donnent deux sacs de déchets carbonisés. Le fût utilisé est ouvert ce qui permet de le recharger en continu. Broyage des déchets carbonisés à la main





	<p>Mélange des déchets carbonisés, de la poussière de charbon, du sol et le liant qui est la farine de manioc</p> <p>Briquetage manuel</p> <p>Séchage entre 7 et 15 jours pour la briquette de grande taille</p> <p>Conditionnement minimum des briquettes. Masupa emballe les briquettes dans des caisses trouvées au marché ou dans des sachets de papier. Chaque briquette compte aussi avec un fil qui passe par les trous des briquettes pour former une poignée et ne pas se salir els mains.</p>	
Ressources humaines et connaissances techniques	L'association a 3 employés (deux femmes et un homme). Magret (membre de Masupa) est la principale responsable du site. Elle est responsable de la vente et de al distribution du produit ainsi que de la qualité. Elle est comptable et montre une grande créativité.	
Financement	L'association n'a pas reçu de financement ou de formation pour le moment. Masupa vient juste de commencer à travailler avec GVEP.	
Distribution du produit	<p>Masupa a 3 acheteurs institutionnels qui achètent des briquettes de type Yeontan : un hôtel qui achètent 300 briquettes par mois, un petit restaurant qui achète entre 10 et 30 briquettes par semaine et un gros restaurant qui achète de manière sporadique.</p> <p>Masupa a vendu aux deux premiers établissements des fours spécialement conçus pour utiliser ses briquettes. L'hôtel a ainsi acheté en mai 2012 un four avec 5 fourneaux pour 115€.</p> <p>Les ménages achètent plutôt les petites briquettes ou les briquettes de type Yeontan de petite taille. Cela représente une vente d'environ 50kg supplémentaire par mois.</p>	
Stratégie de développement	La prochain étape pour Masupa est améliorer l'équipement. L'association a besoin d'un broyeur motorisé. En effet, pour l'instant l'association broie les déchets à la main. Elle n'a le temps que de broyer les déchets pour les petites briquettes. Il est également important d'améliorer le séchage.	
Connaissance du produit	La briquette de grand format permet de cuisiner toute la journée. Les briquettes fonctionnent sans problème. Le fait que les hôtels et restaurants utilisent des fours adaptés permet d'assurer une meilleure combustion.	
Leçons apprises	<p>Il est essentiel de trouver des clients importants et stables. Leur proposer des fourneaux adaptés aux briquettes permet d'assurer une meilleure combustion du charbon vert et d'assurer une utilisation constante du produit.</p> <p>Proposer un produit différent du charbon de bois peut être une solution pour répondre aux besoins des clients. Dans ce cas, les hôtels et restaurants ont besoin de charbon qui puisse durer toute la journée.</p> <p>Il est possible de carboniser des déchets et d'avoir un projet rentable.</p>	

Projet	<b>Nicolas – Entrepreneur accompagné par GVEP</b>
Contact	Evelyne Nyafwono – Promoteur marketing et vente des briquettes GVEP Email : evelyne.nyafwono@gvepinternational.org
Date de début	2011
Lieu	Ouganda
Système de production	Composition du charbon : charbon de bois, argile, épluchures de banane Broyage motorisé, pas de carbonisation, Moulage motorisé Pas de vente de fours améliorés, Clientèle : ménages
Contexte d'intervention	Zone urbaine (Kyebando, quartier de Kampala) Fours utilisés : fours en fer (3€) et fours améliorés (Ugastove, 11,50€, grand modèle) Prix du charbon de bois : 0,3-0,44 €/kg (500-750 US\$ pour un pot de 500 g)
Historique du	GVEP a sélectionné le père de Nicolas pour participer au projet DEEP (Developing



projet	Energy Entreprises Programme). Le projet a formé Nicolas et son père sur différents thèmes : carbonisation, production de briquettes, gestion d'une petite entreprise etc. L'entreprise familiale a commencé à fonctionner en 2011. GVEP ne leur a pas donné pas de machines mais les a aidés à accéder à un crédit bancaire en se portant garant.	
Production	Charbon produit à partir de débris de charbon de bois, d'argile, de farine d'épluchures de manioc et de farine d'épluchures de bananes. Production actuelle : 500kg/mois (environ) Prix de vente des « sticks briquettes » : 0,3€/kg (1000 USh/kg) Prix de vente des briquettes de type « Yeontan » : 0,45€/brique (1500 USh/kg)	
Disponibilité de matière première	La poussière de charbon s'achète à 6 vendeurs de charbon. Le sac de 100 kg coûte 1,5€. Les sacs contiennent du sable et des pierres mais il n'est pas possible, selon Nicolas, de demander une meilleure qualité. Nicolas achète 4 sacs par mois. L'argile a été achetée avec d'autres producteurs du quartier. Ils ont payé un camion rempli d'argile pour 44€. Le liant utilisé peut être la farine de manioc mais dans leur cas ils récupèrent des épluchures de manioc et de bananes qu'ils séchent et broient. (Les bananes et le manioc sont des aliments très communs en Ouganda). Certains foyers apportent leurs épluchures au site de production.	
Caractéristique du site de production	Le site de production se trouve entouré de maisons. C'est une pièce accolée à la maison familiale qui mesure environ 25-30 m <sup>2</sup> et dans laquelle est réalisé tout le processus de production et de séchage des briquettes. A l'entrée de la maison (dans la rue), Nicolas a mis des séchoirs additionnels pour sécher les épluchures ou les briquettes. Comme Nicolas ne carbonise pas, il n'y a pas de danger de plaintes des voisins pour les fumées.	
Technologie et choix des machines	<p>Pas de carbonisation. Nicolas a un carbonisateur mais ne l'utilise pas.</p> <p>Tamisage du charbon pour enlever le sable et les pierres</p> <p>Broyage du charbon motorisé et de l'argile</p> <p>Séchage des épluchures de manioc et de bananes, broyage et tamisage.</p> <p>Les particules les plus fines servent de liant en les faisant bouillir avec de l'eau, les particules les plus grosses sont vendues comme aliment pour poulet à 0,18€/kg.</p> <p>Mélange manuel dans une brouette de la poussière de charbon de l'argile et du liant</p> <p>Briquetage avec des presses manuelles, Séchage et conditionnement</p>	
Ressources humaines et connaissances techniques	Deux personnes principalement : Nicolas et son père. Ils ont reçus des formations par GVEP et para Living Earth. La production de briquettes n'est pas leur unique activité	
Financement	Financement de l'ONG Living Earth qui a donné le broyeur motorisé. Accompagnement de GVEP pour assurer une production de qualité des briquettes. Achat d'une machine manuelle pour faire plus de briquettes (36 briquettes : 440 € avec un crédit permis avec la garantie de GVEP)	
Distribution du produit	Nicolas n'a pas de distributeurs. Il vend sur place et parfois livre à des restaurants ou des commandes importantes de certains foyers. Evelyne, de GVEP, me dit que GEVP a justement commençait un projet pour aider à la commercialisation du produit qui est devenu le principal obstacle au développement de l'entreprise de Nicolas et son père.	
Stratégie de développement	La production de briquettes n'étant pas leur principale source de revenu, l'entreprise n'a pas forcément défini de stratégie pour augmenter la production. De toute manière, l'espace est extrêmement réduit et il serait difficile de produire plus sans déménager.	
Connaissance du produit	Selon Nicolas, le produit fonctionne bien mais ils n'ont pas réalisé d'analyses physico-chimiques. ils utilisent le charbon.	



Leçons apprises	<p>Motoriser le briquetage n'est pas toujours la priorité. Dans le cas de Nicolas, motoriser le broyage a été beaucoup plus bénéfique.</p> <p>Les épiluchures de bananes et de manioc peuvent servir de liant.</p> <p>Dans un espace réduit, il est intéressant de faire des étagères de séchage des briquettes.</p>	
-----------------	--	---

Projet	<b>Association de femmes de Proscovia</b>	
Contact	Evelyne Nyafwono – Promoteur marketing et vente des briquettes GVEP Email : evelyne.nyafwono@gvepinternational.org	
Date de début	2013	
Lieu	Ouganda	
Système de production	Composition du charbon : Déchets ménagers, farine de manioc, argile Tri manuel, pas de broyage, carbonisation en Fûts, Moulage à la main Pas de vente de fours améliorés, Clientèle : pas encore de clients	
Contexte d'intervention	Zone périurbaine (Kitezi, banlieue de Kampala) Fours utilisés : fours en fer (3€) et fours améliorés (Ugastove, 11,50€, grand modèle) Prix du charbon de bois : 0,3-0,44 €/kg (500-750 US\$ pour un pot de 500 g)	
Historique du projet	Proscovia fait partie d'une association de 20 femmes qui ont formé ce groupe pour mettre en place un système de microcrédit solidaire. L'association a reçu une formation par l'association Masupa. Cette formation leur a donné envie de faire briquettes avec leurs propres moyens. Elles se retrouvent de manière régulière pour faire du charbon vert sous forme de boulets. Depuis août 2013, l'association travaille avec GVEP.	
Production	Charbon produit à partir de déchets agricoles, « sol rouge » et farine de manioc. Production actuelle : 650 kg en tout Prix de vente des briquettes : pour l'instant, l'association n'a pas vendu	
Disponibilité de matière première	Les déchets agricoles sont des feuilles de bananier qui se trouvent dans les champs autour la maison. L'association achète juste de la farine de manioc.	
Caractéristique du site de production	Le site de production se trouve dans la cour de Proscovia, dans une zone relativement isolée et de difficiles accès. Un atelier sert à stocker les boulets et le matériel utiliser pour faire le charbon vert.	
Technologie et choix des machines	<p>L'association n'a aucun équipement pour le moment.</p> <p>Séchage des déchets.</p> <p>Carbonisation des déchets dans un fût</p> <p>Mélange des déchets carbonisés avec le sol et la farine de manioc.</p> <p>Moulage des boulets à la main</p> <p>Séchage à l'air libre</p>	
Ressources humaines et connaissances techniques	20 femmes qui font partie d'une même association. Cependant il semble que Proscovia soit la personne la plus intéressée à prendre le risque de demander un crédit pour se mécaniser et augmenter la production.	
Financement	Pour l'instant, l'association n'a pas reçu de financement. L'association vient juste de commencer à travailler avec GVEP.	
Distribution du	Une des femmes de l'association est partie avec 50kg de boulets pour les vendre à	



produit	0,3€/kg. Cependant pour l'instant, l'association n'a encore rien vendu.
Stratégie de développement	Pour l'instant l'association a comme objectif de s'organiser et de décider d'une stratégie de développement. GVEP compte aider l'association à se renforcer.
Connaissance du produit	Proscovia n'utilise pas les briquettes, elle utilise du bois. Elle souhaite vendre les briquettes. Elle a essayé les briquettes et trouve que ça fonctionne bien. Le principal problème est que les boulets ne sont pas très lourds car pas très compacts. C'est pourquoi les boulets brûlent trop vite.
Leçons apprises	Lorsqu'un projet commence à travailler avec une nouvelle association, il est essentiel de s'assurer que tous les membres de l'association sont motivés. Il est totalement nécessaire de réaliser une étude de faisabilité sommaire en sachant où se vendra le produit et à quel prix.

Projet	Samson – Entrepreneur accompagné par GVEP
Contact	Evelyne Nyafwono – Promoteur marketing et vente des briquettes GVEP Email : evelyne.nyafwono@gvepinternational.org
Date de début	2007
Lieu	Ouganda
Système de production	Composition du charbon : charbon de bois, argile, farine de manioc Pas de broyage, pas de carbonisation, Moulage motorisé Pas de vente de fours améliorés, Clientèle : ménages
Contexte d'intervention	Zone périurbaine (Kitezi, banlieue de Kampala) Fours utilisés : fours en fer (3€) et fours améliorés (Ugastove, 11,50€, grand modèle) Prix du charbon de bois : 0,3-0,44 €/kg (500-750 USh pour un pot de 500 g)
Historique du projet	Samson travaille le bois et a beaucoup de chute de bois qu'il n'utilise pas. En 2007, il entend parler de la possibilité de faire des briquettes à partir de sciure de bois. Il construit une première presse en bois puis achète une presse motorisée. Il commence ainsi à faire des briquettes non carbonisées. Cependant en continuant ses recherches sur le thème, il se rend compte qu'il est plus intéressant de faire du charbon à partir de poussière de charbon. Il achète alors 10 camions de poussière de charbon à un très gros commerçant de charbon de bois qui avait accumulé la poussière de charbon pendant des dizaines d'années.
Production	Charbon produit à partir de débris de charbon de bois, de « sol rouge » (un peu différent de l'argile) et de farine de manioc. Production actuelle : 500 kg/mois Prix de vente des briquettes : 0,3€/kg (1000 USh/kg)
Disponibilité de matière première	Il a accumulé suffisamment de poussière de charbon pour pouvoir encore produire durant plusieurs années des briquettes. La farine de manioc se trouve dans n'importe quelle épicerie. Il ajoute un peu de sol rouge (ce n'est pas de l'argile) qui se trouve dans sa cour.
Caractéristique du site de production	Le site de production se trouve en zones résidentielles, dans la cour de la maison de Samson. Comme Samson ne carbonise pas, les nuisances dues aux fumées n'existent pas. Le site comporte un hangar avec l'équipement nécessaire, une zone de séchage qui peut être bâchée si il pleut et un petit magasin pour stocker le produit fini.
Technologie et choix des machines	Pas de broyage du charbon. Le broyage se fait directement dans l'extrudeuse. Mélange motorisé dans une bétonnière adaptée (de la farine de manioc, de l'eau et de la poussière de charbon). Samson a deux bétonnières : une qui marche avec un moteur à essence et une avec l'électricité. Extrudage motorisé du mélange Séchage à l'air libre
Ressources humaines et connaissances techniques	Un employé qui travaille à temps plein et lui-même. L'employé peut faire le travail seul car la totalité des tâches sont mécanisées. En 3 heures, une personne peut faire 300 kg de briquettes.
Financement	Il a juste reçu de l'aide de GVEP pour avoir accès à un crédit pour acheter le mélangeur





	type bétonnière.	
Distribution du produit	Les clients sont des foyers qui sont livrés en charbon. Comme le charbon vert n'est pas sa priorité pour le moment, il fait peu d'efforts pour commercialiser. Cependant il a créé un emballage pour la vente au détail qui donnent les instructions sur comment utiliser le charbon.	
Stratégie de développement	Chaque mois il produit 7 tonnes de sciure de bois et pour le moment il ne sait pas comment l'utiliser. Il pense acheter un carbonisateur que des chinois sont venus lui vendre il y a peu.	
Connaissance du produit	500 g de briquettes peuvent cuire 1 kg de haricots : du charbon de bois n'a pas d'aussi bon rendements.	
Leçons apprises	Simplifier les étapes pour diminuer les coûts de production. Il n'est pas forcément nécessaire de broyer les débris de charbon si l'extrudeuse est mécanisée et a une fonction similaire au broyage. Vendre le charbon au détail dans un emballage qui explique comment utiliser le produit permet d'assurer la meilleure utilisation du produit par les clients.	

Projet	<b>SGFE (Sustainable Green Fuel Enterprise)</b>
Contact	Mathieu Ruillet - GERES Cambodia Country Director Email : m.ruillet@geres.eu
Date de début	Depuis 2004 (en tant que projet), depuis déc. 2009 (en tant qu'entreprise)
Lieu	Cambodge
Système de production	Composition du charbon : charbon de bois, farine de manioc, résidus de coco Tamisage manuel, broyage motorisé, pas de carbonisation, Moulage motorisé Pas de vente de fours améliorés, Clientèle : ménages et petits restaurants
Contexte d'intervention	Zone urbaine, périurbaine (Phnom Penh, district de Stung Meanchey) Fours utilisés : une grande proportion de fours améliorés (bucket stove) Prix du charbon de bois : 0,2 €/kg
Historique du projet	Initialement, le projet avait pour but la création d'une usine de production de briquettes de charbon vert employant 20 personnes et produisant 500 kg de briquettes par jour. Le charbon devait être produit à partir de résidus de noix de coco qui se trouvaient facilement dans les rues de la capitale autour des vendeurs ambulants de lait de coco. Cependant les coûts de collecte étaient très élevés et ne permettaient pas au charbon vert d'être compétitifs. Les coûts de production se maintenaient au dessus de 1€/kg. Fin 2011, les subventions se sont terminées, mais SGFE n'était toujours pas viable financièrement. GERES et PSE ont donc choisi de transférer l'usine à un entrepreneur privé qui était intéressé et qui produit aujourd'hui 97% de charbon vert à partir de poussière de charbon et 3% à partir de déchets de noix de coco.
Production	Charbon produit à partir de débris de charbon de bois, de résidus de coco en très faible proportion et de farine de manioc. Production : 200 tonnes en 2012, prévision de 300 tonnes en 2013. Capacité de production de 20t/mois qui est en train de passer à 40t/mois Prix des briquettes au détail : 0,2€/kg (transports inclus) Prix des briquettes au gros (pour les distributeurs) : 0,17€/kg en usine
Disponibilité de matière première	Achat de poussière et déchets de charbon de bois des usines environnantes sans variabilité de volume au cours de l'année. Achat en grand volume pour faire baisser les coûts d'approvisionnement (0,04€/kg sans transport et avec du sable, jusqu'à 0,055€/kg avec transport et propre) Apparition de compétiteurs pour l'achat de matière première pour utiliser la poussière de charbon comme fertilisant dans les sols (biochar)



	Achat de coco à des revendeurs. (0,057€ à 0,095€/kg)
Caractéristique du site de production	Le site de production se trouve au sud de Phnom Penh. Il n'y a pas de problèmes de nuisances possibles dues aux fumées puisque le centre ne carbonise presque pas actuellement. La carbonisation est surtout utilisée pour permettre de sécher les briquettes.
Technologie et choix des machines	Réception des matières premières, stockage, Lavage/tamisage du charbon de bois pour séparer le sable du charbon Carbonisation des résidus de noix de coco avec la technique T-LUD Ajout de liant, extrudage motorisé Séchage en réutilisant la chaleur de la carbonisation (technologie T-LUD) Peu de carbonisation pour faire baisser les coûts de production.
Ressources humaines et connaissances techniques	SGFE emploie 17 personnes. L'entrepreneur qui a repris l'usine était le chargé de projet du GERES. Il a conservé l'équipe de SGFE (travailleurs sur le site de production et vendeurs). Les qualifications présentes sont donc plus que suffisantes.
Financement	Jusqu'à fin 2011 le projet a reçu des subventions. Aujourd'hui SGFE est proche de l'équilibre financier, cependant son directeur ne peut toujours pas en retirer des bénéfices. SGFE a reçu un financement institutionnel de la Global Alliance for Clean Cookstoves pour augmenter sa production. Coûts du nouvel équipement et installation : 28 000 € Coûts de productions mensuels de SGFE : 3000€ (1/3 personnel, 1/3 matière première)
Distribution du produit	SGFE a deux sites de distribution au nord de Phnom Penh et dans la ville de Sihanouk. Aujourd'hui SGFE réalise trop de livraisons aux consommateurs qui sont des coûts supplémentaires (avec un tuk tuk qui peut charger maximum 600 kg de briquettes). Le tuk tuk fait tous les jours deux livraisons. L'idée dans le futur est d'externaliser la distribution en passant par les canaux de distribution adaptées : les distributeurs. Les magasins qui vendent le charbriquette choisissent le prix final de vente. SGFE fait connaître le produit avec des campagnes marketing à la radio.
Stratégie de développement	SGFE est en train de passer à deux lignes de production pour augmenter à 40t/mois. Le principal problème rencontré est de faire baisser les coûts de production et d'améliorer le circuit de distribution.
Connaissance du produit	Le GERES a un laboratoire avec une bombe calorimétrique, pm50, pm25 combustion en fonction des fours. Le laboratoire de GERES a certifié le charbon e SGFE qui remplit les critères internationaux des briquettes de charbon. Le charbon a comme principal problème la difficulté d'allumage. Cependant il est intéressant car il relâche la chaleur lentement et de manière constante. De plus le charbon est de qualité homogène.
Leçons apprises	Ce n'est pas parce que c'est un déchet que ça ne coûte rien. Le consommateur n'est pas prêt à payer plus pour un produit respectueux de l'environnement. Ne pas faire tourner une entreprise à l'intérieur d'une ONG, l'extraire rapidement.

## 5.6 RESSOURCES BIBLIOGRAPHIQUES (ANNEXE 6)

- Analysing Briquette markets in Uganda, Kenya and Uganda, EEP, 2013.
- Briquettes Businesses in Uganda, GVEP, 2012.
- Case Study SGFE, SEVEA, 2013.
- Charcoal production from alternative feedstocks, NL Agency, 2013.
- Dossier sur le Biocharbon, PERACOD, 2009.
- Etat des lieux du projet Bioterre, Coopération Wallonie- Bruxelles, 2012.
- Etude de faisabilité d'une valorisation des résidus agricoles et agro-industriels comme combustibles domestiques au Sénégal, Ingesahel, 1998.
- Etude d'impacts écologique et social de la création d'un centre de valorisation des déchets biodégradables à Bandiagara, Adama Ouedraogo, 2012.



- Etude finale sur la faisabilité technico-économique du développement d'une filière de valorisation du *Typha australis* en combustible domestique par la technologie de carbonisation « 3fûts » dans le delta du fleuve Sénégal, PERACOD, 2006.
- Etude sur la disponibilité en poussier de charbon auprès des détaillants « parc à charbon » de Saint Louis, PERACOD, 2006.
- Guide. Briquettes à base de déchets végétaux, CDI et CRA, 1993.
- Kenya Briquette industry study, GVEP, 2013.
- Les énergies renouvelables. Les bases, la technologie et le potentiel au Sénégal, PERACOD, 2011.