

# Briquettes de vétiver

RAPPORT DE  
FAISABILITÉ



Septembre 2015

**Ce rapport a été préparé par Carbon Roots International, Inc. pour  
le Programme des Nations Unies pour l'environnement en Haïti.**



# Résumé

Dans le cadre de l'Initiative Côte Sud, le Programme des Nations Unies pour l'environnement a chargé Carbon Roots International (CRI), initiateur d'une entreprise de production de charbon écologique en Haïti, d'analyser la faisabilité de la mise en œuvre d'une initiative de charbon de vétiver dans le département du Sud. La présente analyse évalue la faisabilité technique et commerciale de la mise en place d'une entreprise qui utiliserait les déchets de vétiver comme matière première principale pour produire du charbon écologique. Le rapport analyse l'environnement industriel des Cayes et du département du Sud, la disponibilité de la biomasse de vétiver, le coût et le calendrier des différents modèles d'affaires applicables, et l'efficacité technique des déchets de vétiver comme matière première pour produire de l'énergie issue du charbon.

Comme l'ont montré de précédentes initiatives de combustibles de cuisson et de cuisinières à charbon, une entreprise de production de charbon écologique doit proposer un produit qui est avantageux par rapport au charbon de bois, tant en termes de prix que de qualité, pour être couronnée de succès. Pour avoir un impact significatif et être financièrement autonome, l'entreprise doit également être capable d'évoluer de manière rentable. Les activités de CRI à Cap-Haïtien ont établi la norme qu'une entreprise de production de charbon durable peut et doit atteindre. Sur la base de cette expérience, une entreprise de production de charbon de vétiver devrait aspirer à produire au minimum 15 tonnes de charbon par jour. En outre, une entreprise de production de charbon écologique devrait être rentable tout en vendant du charbon à un prix ne dépassant pas celui du charbon de bois, qui est actuellement de 500 HTG par sac.

La gestion réussie d'une entreprise de production de charbon écologique à grande échelle dans le département du Sud se heurte à plusieurs obstacles. Il s'agit notamment de l'absence de port et d'aéroport pleinement opérationnels, ainsi que l'absence de gros détaillants de machines et de fournitures industrielles. Cependant, à l'exception de Port-au-Prince et Cap-Haïtien, ces obstacles ne sont ni uniques à la région, ni insurmontables. En outre, le marché du charbon de la région fonctionne de manière similaire à d'autres régions en Haïti et serait susceptible d'accueillir un nouveau fournisseur de charbon de bois.

À l'instar du marché traditionnel du charbon de bois, l'industrie du vétiver est largement informelle et fonctionne quasiment sans aucune supervision ni transparence. Plusieurs grands distillateurs de vétiver contrôlent le marché des racines de vétiver et la concurrence entre eux est intense. C'est en partie pour cela que la quantité de déchets de vétiver produite dans la région est largement inconnue. Les estimations indiquent que la quantité de racines disponibles après transformation pour la production de charbon est faible, car les distillateurs utilisent probablement la majorité des racines transformées pour produire de l'énergie sur place. De même, les déchets de canne à sucre sont rares car on ne trouve que quelques distilleries de canne à sucre dans la région. Le manque de racines de vétiver et de bagasse de canne pourrait être compensé par la grande quantité de feuilles de vétiver et de déchets de maïs produite dans la région. Cependant, la production de feuilles de vétiver et de maïs est décentralisée, ce qui signifie qu'il sera difficile et coûteux de trouver, rassembler et transporter ces feuilles jusqu'à une installation centrale de traitement.

Le modèle d'entreprise choisi pour une initiative de charbon écologique aura également une incidence importante sur la probabilité de succès du projet. Ce rapport compare trois modèles

économiques distincts de production de charbon de vétiver afin d'évaluer comment certaines caractéristiques des différents modèles pourraient affecter le calendrier, les grandes étapes et la viabilité financière permanente de l'initiative. Si l'on compare un modèle décentralisé appartenant à une coopérative, un modèle centralisé appartenant à un distillateur et un modèle centralisé appartenant à un tiers, le modèle coopératif est manifestement le moins susceptible de produire une brique de vétiver de qualité à grande échelle. En outre, l'analyse montre que le modèle impliquant un tiers est le plus susceptible d'être axé sur la commercialisation et les ventes, un aspect crucial de l'augmentation de la demande de charbon durable.

Pour mieux comprendre l'efficacité du vétiver comme matière première pour la production de charbon de bois, ce rapport présente les résultats d'essais sur le terrain effectués par CRI dans son usine de Cap-Haïtien. CRI a testé les performances des feuilles et de l'herbe de vétiver à diverses étapes de la production de charbon, de la pyrolyse et du briquetage à la cuisson. Les résultats montrent que le charbon fabriqué à partir de racines de vétiver était inefficace, en raison de la quantité importante de poussière et d'autres sédiments qui restaient attachés aux racines, même après la pyrolyse. À l'inverse, l'herbe de vétiver a eu de très bons résultats dans l'ensemble, ce qui indique que le vétiver serait une source d'énergie aussi efficace que la bagasse.

En raison de l'inadaptation du charbon de racine de vétiver et du manque de racines de vétiver disponibles dans un avenir proche, il est déconseillé de mettre en œuvre une initiative de briquettes de vétiver dans le Sud à l'heure actuelle. Si une initiative de briquettes de vétiver devait être mise en place dans le futur, il est recommandé d'accorder plus d'importance aux feuilles de vétiver en tant que source de biomasse et de confier la gestion à une entreprise tierce, afin d'améliorer les chances de développement à grande échelle de cette entreprise, à la fois comme fabricant et comme distributeur de charbon durable.

# Introduction

On estime que plus de 90% de la population haïtienne utilise de la biomasse (principalement du charbon de bois et du bois de chauffage) pour la cuisson des aliments, ce qui signifie que les Haïtiens consomment probablement plus de 3 000 tonnes de charbon par jour, soit 1,09 million de tonnes chaque année.<sup>1</sup> Cette dépendance au charbon de bois a réduit les forêts haïtiennes de 1 à 3% de la surface d'origine, fait des ravages sur la faune et la flore sauvage et sur la fertilité du sol haïtien tout en réduisant la quantité de combustibles de cuisson.<sup>2</sup>

Une des grandes priorités est donc de trouver une alternative viable au charbon de bois. Les briquettes de charbon de CRI de la marque "Chabon Boul" sont fabriquées à partir de déchets agricoles et sont devenues populaires auprès des détaillants et des acheteurs de charbon dans le nord du pays. Suite à ce succès, le PNUÉ a reconnu le potentiel de l'utilisation de déchets de vétiver comme source d'énergie pour produire du charbon durable dans le département du Sud, et a chargé CRI d'évaluer la faisabilité du lancement d'une entreprise de production de charbon écologique dans la région.

Cette étude évalue la faisabilité technique et commerciale de la mise en œuvre d'une initiative de briquettes de vétiver dans le sud du pays. Pour ce faire, le rapport donne d'abord dans la première partie les critères de réussite d'un projet de charbon écologique, et décrit le mode de fonctionnement de l'entreprise ainsi que les objectifs à atteindre. Après avoir défini les objectifs que le projet de briquettes de vétiver devrait atteindre, le rapport aborde ensuite les principaux facteurs qui sont susceptibles d'affecter le succès de l'initiative. La deuxième partie évalue l'infrastructure et les ressources clés de la région du Sud, et examine les deux marchés locaux les plus propices à accueillir un projet de charbon écologique, le marché du charbon et l'industrie du vétiver. La troisième partie porte sur la disponibilité des matières premières, c'est-à-dire sur la quantité de racines et de feuilles de biomasse disponibles pour la production annuelle de charbon. Le rapport évalue également la disponibilité d'une variété d'autres sous-produits agricoles qui pourraient être utilisés pour s'ajouter au vétiver, comme le maïs, la canne à sucre et le manioc.

Après avoir évalué la disponibilité des matières premières, le rapport compare trois modèles économiques distincts pour identifier quelle structure commerciale et quel modèle opérationnel sont les plus adaptés pour qu'un projet de briquette de vétiver se développe et ait un impact durable. Les trois modèles comparés sont 1) le modèle appartenant à un distillateur, 2) le modèle appartenant à une coopérative, et 3) le modèle appartenant à un tiers. Cette section passe en revue les coûts et les délais nécessaires pour atteindre les grandes étapes, en évaluant les principales variables économiques, notamment les coûts des intrants et les recettes.

---

1 Analyse de marché de Carbon Roots International : si la population d'Haïti est de 10 500 000 habitants (*Trading Economics*), 90% (d'utilisateurs de charbon de bois) représentent donc 9 450 000 habitants. Les foyers constitués en moyenne de 6 membres utilisent environ 2 kilos de charbon par jour. Ainsi, 1 575 000 foyers utilisent un total de 3 150 000 kilos de charbon par jour, soit 3 150 tonnes.

2 McClintock, Nathan. (2003) "Agroforestry and Sustainable Resource Conservation in Haiti: A Case Study." Université de Caroline du Nord.

Enfin, la faisabilité technique de la transformation des déchets de vétiver (racines distillées et feuilles brutes) en briquettes de charbon est évaluée en testant la production de charbon issu des déchets de vétiver. Le rapport présente la méthodologie et les conclusions des tests sur le terrain effectués à l'usine de charbon de CRI à Cap-Haïtien. Sur la base des résultats de ces essais et de l'analyse ci-dessus, le rapport fournit une recommandation sur l'opportunité de mettre en place un projet de briquettes de vétiver et sur les démarches recommandées pour mettre en œuvre un tel projet.



Dans le cadre de cette étude, CRI a évalué la performance des feuilles de vétiver au cours de différentes étapes

# Élaboration d'un projet de charbon "écologique"

## Critères de réussite

Les Haïtiens consomment probablement plus d'un million de tonnes de charbon de bois par an, et la production de charbon en Haïti pourrait être responsable de l'abattage de près de 12 millions d'arbres par an.<sup>1</sup> A ce rythme, Haïti pourrait perdre, au minimum, plus de 700 hectares de forêts par an.<sup>2</sup>

Il est crucial d'offrir aux Haïtiens une alternative durable et viable au charbon de bois. Cependant, très peu d'organisations ont réussi à trouver et à proposer des solutions viables au charbon en Haïti.<sup>3</sup> Cela est dû au fait que les agences de développement et les bailleurs de fonds voudraient promouvoir un charbon fait du matériel brut qui n'est pas le bois, et au fait que les Haïtiens préfèrent leur charbon de bois qui est pour eux abordable et familier. En outre, la fabrication et la distribution de nouvelles technologies de cuisson sont souvent coûteuses. L'importation des marchandises et de la main-d'œuvre, la recherche et le développement continus, ainsi que les modèles économiques inefficaces contribuent à un prix élevé par unité. Bien que la demande de combustibles de cuisson soit relativement inélastique, les Haïtiens ne semblent pas être disposés à investir dans de nouvelles technologies de cuisine ou dans des technologies modernisées, surtout si ces dernières impliquent un changement de leurs habitudes.<sup>4</sup>

À l'instar d'autres combustibles de cuisson propres, les briquettes de "charbon écologique", fabriquées à partir de déchets agricoles, luttent directement contre la déforestation. Contrairement à d'autres technologies récentes de cuisson, elles sont attrayantes pour les consommateurs Haïtiens parce qu'elles sont à la fois peu coûteuses et faciles à utiliser. Le programme pilote de CRI à Cap-Haïtien a montré que le charbon écologique peut être fabriqué localement et vendu aux consommateurs haïtiens à un prix comparable au charbon. En outre, la demande croissante de "Chabon Boul" produit par CRI, a prouvé qu'une entreprise de production de charbon écologique peut être financièrement viable.<sup>5</sup>

Pour avoir un impact significatif sur la déforestation, tout projet de charbon écologique doit être de grande ampleur et tenir compte de l'urgence d'apporter une solution. Pour remplacer seulement

---

1 Analyse d'Erickson qui s'appuie sur les données de Malimbwi et. al. concernant le rendement de 19% de la "transformation des arbres en charbon" en Tanzanie. Malimbwi, Rogers & Zahabu, Eliakimu. (2008). "Woodland and the charcoal trade: the case of Dar es Salaam City." Université agricole de Sokoine.

2 Butler, Rhett. (2006). "Haïti." Mongabay.

3 Confino, Jo & Paddison, Laura. (2014). "Cookstove designs are failing the poorest communities." The Guardian. <http://www.theguardian.com/sustainable-business/cookstoves-design-poor-communities-refugees-unhcr-ikea>.

4 Sagbo, Nicaise. (2014). "Economic Analysis and Willingness to Pay for Alternative Charcoal and Clean Cook Stoves in Haïti." Université du Kentucky.

5 Sur la base des données concernant les ventes et des projections financières de CRI. CRI génère actuellement des revenus de la vente de charbon et compte être rentable d'ici la fin de l'année 2016.

cinq pour cent du charbon consommé en Haïti, il faudrait 150 tonnes de charbon écologique par jour. <sup>6</sup> CRI fonctionne comme une entreprise à but lucratif qui met particulièrement l'accent sur la qualité, l'efficacité et les coûts; elle va bientôt produire entre 10 à 15 tonnes de charbon par jour dans sa première usine de Cap-Haïtien. Il faut qu'elle produise 15 tonnes par jour minimum de façon durable pour être rentable. Ceci constitue également un objectif réaliste par rapport à l'équipement et la portée de la structure pilote initiale. Les futures usines en Haïti seront conçues



Plantes de vétiver à Flavete, Département du Sud, Haïti

et équipées pour produire plus de 15 tonnes de briquettes par jour.

En tenant compte de cet objectif de production, toute nouvelle entreprise réussie de charbon de vétiver devrait:

1. Produire au moins 15 tonnes (t) de charbon par jour lorsqu'elle aura atteint l'échelle voulue.
2. Vendre le charbon à un prix inférieur ou égal au prix actuel du charbon de bois de haute qualité. Ce dernier coûte actuellement 25 gourdes/marmite ou 500 gourdes/sac, mais l'inflation et la pénurie sont déjà responsables d'une augmentation des prix.
3. Être opérationnelle et générer des revenus dans les 6 premiers mois. Plus un programme prend du temps pour démarrer, plus il lui sera long et difficile de résoudre les problèmes et d'améliorer la production et la distribution.
4. Avoir avant tout un impact social et environnemental positif, en mettant notamment l'accent sur le bien être et le développement de la communauté et la santé de l'environnement. Toute initiative de charbon écologique devrait se concentrer sur l'efficacité opérationnelle et la qualité des produits, mais elle ne devrait en aucun cas affecter négativement la communauté ou l'environnement.

---

6 Analyse de CRI basée sur la consommation de charbon d'Haïti de 3 000 tonnes par jour.



## 2<sup>ème</sup> PARTIE

# Analyse de la situation

Le Département du Sud d'Haïti ("le Sud") s'étend sur une superficie de 2 794 kilomètres carrés, de Tiburon à Côtes de Fer, et abrite une population d'environ 700 000 habitants.<sup>1</sup> L'agriculture est la principale industrie de la région, qui est réputée avoir l'une des plus grandes variétés de cultures du pays. Le maïs est cultivé de manière intensive mais la région produit également des arachides, des poivrons, des mangues, des bananes, des haricots, des ignames, des pois, du riz et du sorgho, ainsi que différents types de bétail.<sup>2</sup>



Le vétiver est extrêmement tolérant à la sécheresse et peut être cultivé dans les sols très dégradés

Le Sud a reçu peu d'attention de la part des groupes d'aide internationale par rapport au reste du pays, probablement parce que le séisme de 2010 a eu des répercussions bien moindres dans cette région que dans le reste du pays. À l'heure actuelle, le plus gros donateur international dans la région est probablement le Gouvernement taïwanais, qui a investi au moins 17 millions de dollars EU dans divers projets, notamment la construction d'un hôpital et un projet de développement de cultures de céréales aux Cayes.<sup>3</sup>

- 1 Institut haïtien de statistiques et d'informatique. (2009). "Population totale, population de 18 ans et plus ménages et densités estimés en 2009."
- 2 Howell, Holly. (2012). "Working Children in Agriculture in Haiti, Sud Department." Ministère du Travail des Etats-Unis. ICF International.
- 3 Liu, Hung-Tse. (2012). "Technical Cooperation: Les Cayes Cereal Crops Development Project." Fonds de développement et de coopération internationale.

Les projets de combustibles de cuisson ou de cuisinières propres les plus proches du département du Sud en cours sont les projets de cuisinières à l'éthanol de Konpay et de la Fondation de l'alliance entre secteur public et secteur privé. La technologie de fabrication de briquettes et le modèle opérationnel de Konpay sont issus de l'initiative "Fuel from the Fields" du Massachusetts Institute of Technology, qui utilise un équipement relativement simple et une production décentralisée.<sup>4</sup> Le projet pilote de la PPAF en est à un stade très précoce et il est difficile de savoir quand il atteindra l'échelle envisagée. À l'heure actuelle, des projets de modes de cuisson propre sont mis en œuvre dans le département du Sud, et les cuisinières et combustibles de substitution sont très difficiles à trouver dans la région. Une étude récente de l'Université du Kentucky, qui portait sur 150 habitants de Jacmel et des Cayes, a constaté que la moitié des personnes interrogées avaient reçu des fourneaux améliorés à la suite du tremblement de terre de 2010 mais que très peu d'entre elles les utilisaient encore aujourd'hui.<sup>5</sup>

## Côte Sud: infrastructure et ressources

Les Cayes, the Department Capital and the nation's third largest city, is home to a population of Les Cayes, la capitale du département, est la troisième plus grande ville du pays et abrite une population d'environ 75 000 habitants.<sup>6</sup> C'est la plaque tournante de l'activité commerciale de la région et l'on y trouve les plus grandes distilleries de vétiver. La route principale entre Les Cayes et Port-au-Prince, la route nationale 2, est goudronnée et elle est en relativement bon état. Lorsqu'il n'y a pas de circulation, une voiture peut atteindre les Cayes depuis la capitale du pays en quatre heures. Des grèves et des manifestations assez régulières ainsi que de gros accidents de la route le long du parcours peuvent considérablement allonger le trajet.

Les Cayes a techniquement un port et un aéroport, mais aucun des deux n'est pleinement opérationnel. Le port, géré par l'Autorité portuaire nationale, était jadis utilisé pour les exportations de sucre, de café, de bananes et de vétiver. On ne sait pas si le port gère actuellement des marchandises importantes. Les exportateurs de vétiver de la ville expédient principalement depuis Port-au-Prince.<sup>7</sup> L'aéroport Antoine-Simon des Cayes sert actuellement uniquement aux avions charters ou privés et ne propose pas de services commerciaux vers Port-au-Prince. En 2013, la ville a prévu d'agrandir la piste de l'aéroport et de construire un terminal douanier afin d'accueillir des vols internationaux, mais il est improbable que le projet soit achevé dans un avenir proche.<sup>8</sup>

Électricité d'Haïti (EDH), la compagnie nationale publique, est le principal fournisseur d'électricité de la région. C'est aux Cayes que l'électricité est la plus fiable. Cependant, la ville est tout de même régulièrement touchée par de longues périodes de black-out.<sup>9</sup> L'électricité est moins fiable dans les zones rurales et la compagnie ne fournit pas de services au-delà de Port-Salut. Actuel-

---

4 Konpay. Alternative Charcoal & Clean Cook Stove Program.

5 Sagbo, Nicaise. (2014). "Economic Analysis and Willingness to Pay for Alternative Charcoal and Clean Cook Stoves in Haiti." Université du Kentucky.

6 Mongabay. (2014). Population des Cayes, Haïti.

7 Interview d'Erickson avec Franck Leger, d'Agri-Supply.

8 The Sentinel. (2013). "Sources: There will not be an international airport in Les Cayes, South."

9 The Sentinel. (2014) "Haiti: Thousands protest for electricity in Aux Cayes."

lement, deux projets, la Coopérative Electrique de l'Arrondissement des Côteaux (CEAC) et le micro-réseau de Earthspark international situé aux Anglais, fournissent de l'électricité solaire aux familles rurales vivant au-delà de Port-Salut. Toutefois, ces projets peuvent seulement répondre à la consommation d'énergie de base des foyers. Indépendamment du lieu où l'usine de fabrication de briquettes sera située, cette dernière devra fournir sa propre énergie, en utilisant probablement un générateur diesel.

On trouve quelques grands marchés en plein air et plusieurs petits magasins aux Cayes, mais la plupart du matériel ou des marchandises diverses devront être acquis à Port-au-Prince. Les fournitures essentielles comme les fûts en acier de 55 gallons sont difficiles à trouver. Un dépôt sur l'avenue des Quatrechemens a fait un devis de 1 500 HDG (32 dollars EU) le fût, après quelques négociations, soit plus de trois fois le coût du fût à Port-au-Prince et Cap-Haïtien. Ceci constitue un défi de taille, car une entreprise de production de charbon écologique pourrait avoir besoin d'au moins 50 fûts par mois, une fois l'échelle souhaitée atteinte.<sup>10</sup> On ne trouve pas non plus de machines agricoles, comme les tracteurs par exemple, dans la région; il faudra donc les acheter dans la capitale.

Le coût de la location de terres dans la région est beaucoup trop variable pour faire des prévisions précises et il faudrait effectuer une enquête plus approfondie pour trouver des terres disponibles pour une usine de fabrication de briquette. Cependant, rien ne laisse penser qu'il serait plus difficile de trouver et de louer des terres dans le Sud que dans d'autres régions. En effet, plusieurs anciennes distilleries de vétiver et de sucre de canne, qui sont maintenant hors-service et peut-être disponibles à la location, se trouvent juste à l'extérieur des Cayes, sur la route de la Miséricorde.

## Côte Sud: marché du charbon

La région de la Côte Sud produit une grande partie du charbon d'Haïti car il reste des peuplements forestiers à Grand Anse, à Nippes et dans le Sud.<sup>11</sup> La plupart du charbon produit provient de la région située entre Tiburon et Port-Salut, et est composé de mangroves, de manguier, de bois d'homme et de campêche.<sup>12</sup> Les revenus primaires ou secondaires de milliers de paysans dépendent de la production de charbon; ils produisent en moyenne 11 sacs de charbon chaque semaine.<sup>13</sup> Ce charbon est vendu à un vaste réseau d'intermédiaires qui supervisent la distribution et la vente le long de la route 25 et de l'extension 2 jusqu'à Port-au-Prince.

La moitié du charbon produit dans la région est vendu sur les marchés locaux. On estime que les marchés des Cayes vendent collectivement environ 15 000 sacs de charbon chaque mois.<sup>14</sup> Dans le plus grand marché des Cayes, les prix ne semblent pas varier en fonction de la qualité du charbon. Les prix sont en effet fixés en fonction de la quantité de charbon vendu, de la marmite (environ 1,1 kg) aux petits, moyens ou grands sacs. Aux Cayes, une marmite est vendue 20 gourdes haïtiennes,

10 En se fondant sur la production et les besoins matériels de CRI.

11 Projet du MAE norvégien sur les chaînes d'approvisionnement de la dendroénergie. (2014). "Haiti Forest Energy Report." Initiative Côte Sud. PNUE Haiti.

12 Ibid.

13 Ibid.

14 Ibid.

tandis que les sacs vont de 200 à 500 gourdes haïtiennes.<sup>15</sup> Les petits marchés situés autour des Cayes vendent les marmites à un prix moyen légèrement plus élevé. Les détaillants locaux font un bénéfice de 25 gourdes haïtiennes par sac et des marges plus élevées sont obtenues lors de la vente de charbon à la marmite.<sup>16</sup>

L'autre moitié du charbon produit dans le Sud est envoyée à Port-au-Prince, par l'intermédiaire d'un réseau de distribution de grossistes.<sup>17</sup> On estime que 6 000 sacs de charbon quittent Grand Anse chaque jour pour la capitale et il est probable que le Sud exporte une quantité similaire.<sup>18</sup> Dans plusieurs municipalités du Sud, le charbon est vendu aux grossistes de Port-au-Prince entre 200 et 300 gourdes haïtiennes le grand sac. Ces grossistes dépensent environ 75 gourdes haïtiennes pour



Cultivé dans le Département du Sud d'Haïti principalement pour l'huile essentielle parfumée distillée à partir de ces racines, le vétiver se trouve dans la plupart des parfums commerciales

transporter chaque sac vers Port-au-Prince, où ils les vendent entre 400 et 470 gourdes haïtiennes chacun, faisant ainsi une marge de 25%.<sup>19</sup> Les acheteurs finaux de charbon à Port-au-Prince payent jusqu'à 2 000 gourdes haïtiennes pour de grands sacs (deux sacs cousus ensemble).<sup>20</sup>

---

15 Interviews d'Erickson sur les marchés.

16 Ibid.

17 Projet du MAE norvégien sur les chaînes d'approvisionnement de la dendroénergie. (2014). "Haiti Forest Energy Report." Initiative Cote Sud. PNUE Haiti.

18 Ibid.

19 Ibid.

20 Ibid.

## Côte Sud: industrie du vétiver

Le vétiver [*chrysopogon zizanioides*] est une plante touffue robuste, qui est cultivée dans l'ensemble de la région des Cayes.<sup>21</sup> Les feuilles et racines de vétiver peuvent fournir des revenus car elles peuvent être utilisées pour produire des combustibles de cuisson ou des carburants industriels, des toits de chaume et des produits artisanaux. Cependant, l'huile de racine de vétiver est de loin le produit le plus précieux dérivé de la plante.

Cultivées pendant la saison sèche de décembre à août, les racines de vétiver poussent verticalement et peuvent pénétrer les sols compacts et secs jusqu'entre 2 à 4 mètres de profondeur, ce qui rend cette plante particulièrement bien adaptée aux terres agricoles érodées d'Haïti.<sup>22</sup> Les feuilles de vétiver peuvent atteindre jusqu'à 1,5 mètre de haut et peuvent être utilisées pour produire de l'énergie, des toits de chaume et de l'artisanat spécialisé.<sup>23</sup> Le temps de maturation optimal pour la distillation de l'huile est de 12 à 18 mois, période à l'issue de laquelle la production et la qualité de l'huile diminuent.<sup>24</sup> Tout au long de la saison de croissance, les agriculteurs taillent généralement les feuilles de vétiver pour augmenter le rendement des racines.<sup>25</sup> Les feuilles de vétiver sont souvent laissées dans les champs pour ombrager le sol et servir de paillis, mais elles sont aussi utilisées pour l'alimentation animale lorsqu'elles sont fraîches.<sup>26</sup> Lors de la récolte, on coupe la feuille au niveau du collet puis on creuse pour extraire les racines, que l'on coupe également au niveau du collet. On replante ensuite le collet seul et on le recouvre de feuilles. La récolte des racines de vétiver aggrave l'érosion des sols, en particulier lorsque des parcelles entières sont arrachées en même temps ou pendant la saison des pluies. Pour stabiliser le sol, il est recommandé de laisser pousser le vétiver pendant une période complète de 12 mois et de planter des haies tout autour des plantations de vétiver tout en récoltant les bandes de vétiver par alternance, en particulier sur les pentes les plus raides.<sup>27</sup>

La production d'huile de vétiver d'Haïti a considérablement fluctué au cours des 60 dernières années. Des années 1950 aux années 1970, la production et l'exportation d'huile de vétiver ont augmenté jusqu'à atteindre plus de 700 fûts par an, avant de chuter fortement dans les années 1980 et 90.<sup>28</sup> Ce chiffre a augmenté de façon constante au cours des dernières années, et l'on estime que 2015 est l'année où la production a atteint son plus haut niveau, en raison d'une grave sécheresse qui a prolongé la saison de croissance.<sup>29</sup>

Le vétiver est récolté par de petits agriculteurs et des ouvriers agricoles rémunérés. On estime que les racines de vétiver constituent la principale source de revenu d'entre 15 000 et 60 000

---

21 Freeman, Scott. (2011). "Vetiver in Southwest Haiti." Université Columbia.

22 Truong, P, Tan Van, T, Pinners E. (2008). "Vetiver Systems Application, Technical Reference Manual". The Vetiver Network International.

23 Ibid.

24 Interview d'Erickson avec Jean-Pierre Blanchard.

25 Interview d'Erickson avec des cultivateurs de vétiver.

26 Ibid.

27 Freeman, Scott. (2011). "Vetiver in Southwest Haiti." Université Columbia.

28 Ibid.

29 Interviews d'Erickson avec Franck Leger et Jean-Pierre Blanchard.

agriculteurs.<sup>30</sup> Le vétiver est également la culture la plus intéressante pour les agriculteurs de la région. Selon une étude de 2011 de TechnoServe, une balle ("bal") de racines de vétiver coûtait 300 gourdes haïtiennes en 2010. Aujourd'hui, ce prix a augmenté, atteignant parfois 575 gourdes haïtiennes/bal.<sup>31</sup> Cependant, du fait que ses racines se développent à des profondeurs extrêmes dans des zones très reculées, la récolte des racines de vétiver est laborieuse et le transport des racines jusqu'aux lieux de ramassage peut prendre jusqu'à 5 heures, à dos de cheval ou d'âne. Ces défis signifient que le coût du travail pour les propriétaires fonciers et les cultivateurs de vétiver est élevé. En 2010, les travailleurs étaient payés entre 3,70 et 6 dollars EU par journée de travail.<sup>32</sup>

Les spéculateurs ("spekiletes") servent d'intermédiaires, et achètent la valeur d'un camion (environ 4,5 alambics ou 300 balles) de racines aux agriculteurs 97 500 gourdes haïtiennes, qu'ils vendent ensuite aux distillateurs de pétrole 105 750 gourdes haïtiennes. Les spéculateurs gagnent à peu près 8 250 gourdes haïtiennes par camion de balles de vétiver.<sup>33</sup> Certains agriculteurs sont directement en contact avec les distillateurs et court-circuitent les spéculateurs afin d'obtenir un prix plus élevé. Ces pratiques devraient se multiplier car les coopératives agricoles se développent et jouent un rôle important en termes d'organisation tout au long de la chaîne d'approvisionnement.



Le vétiver est récolté par les petits cultivateurs et les travailleurs agricoles

---

30 TechnoServe. (2011). "Opportunities in Haiti's Vetiver Industry." Réalisé pour le compte d'EcoVenture.

31 Ibid. Ancien prix provenant de l'analyse de TechnoServe, nouveau prix provenant d'une interview d'Erickson avec la Coopérative de La Favette.

32 TechnoServe. (2011).

33 Ibid.

On trouve actuellement entre 6 et 10 coopératives de cultivateurs de vétiver dans le Sud, qui représentent chacune une région distincte en pleine croissance et rassemblent entre 35 et 85 membres actifs.<sup>34</sup> Les coopératives ont été créées pour donner aux producteurs des possibilités de formation et pour leur offrir des revenus plus élevés, et pour accroître la stabilité de l'industrie et le contrôle de la qualité. Certaines coopératives sont plus grandes et entretiennent des relations plus étroites avec les distillateurs que d'autres mais aucune d'entre elles n'a le pouvoir de négocier pour exiger un prix plus élevé pour les racines, ni de contrôler régulièrement les pratiques agricoles au sein de la communauté.<sup>35</sup> En outre, en raison de l'absence d'accès des agriculteurs à la capitale, de la réticence des distillateurs à fournir des avances de fonds, et du manque de transparence au sein de l'industrie, on observe beaucoup de méfiance tout au long de la chaîne d'approvisionnement.<sup>36</sup>

Les distillateurs, qui sont responsables du transport des racines de vétiver des spéculateurs jusqu'à la distillerie utilisent des camions à benne. On estime qu'environ 60 camions d'une capacité individuelle d'environ 300 balles fonctionnent dans la région.<sup>37</sup> Le nombre de distilleries dans la région a chuté de près de 30 distilleries dans les années 1970 à environ 10 encore en activité aujourd'hui, y compris les trois grands distillateurs qui jouent également le rôle d'exportateurs: Caribbean Flavors and Fragrance (CFF), Agri Supply et Unikode.<sup>38</sup> Le prix de l'huile de vétiver exportée est d'environ 80-85 dollars EU la livre, soit 39 000 dollars EU le fût, lorsqu'elle est vendue directement aux parfumeries.<sup>39</sup> Lorsque le prix du vétiver augmente sur le marché international, le coût des racines augmente lui aussi. Des calculs basés sur les données de TechnoServe indiquent qu'environ 1 800 balles de racines de vétiver sont nécessaires pour produire un fût de pétrole, soit 8 624 balles pour une tonne de pétrole. À 9,46 dollars EU la balle, le distillateur verse un total de 18 600 dollars EU pour les racines nécessaires pour produire une tonne d'huile.

---

34 Interviews d'Erickson avec les coopératives de la Flamand et de la Favette.

35 Interview d'Erickson avec Adrienne Stork, PNUE Haiti.

36 TechnoServe. (2011).

37 Ibid.

38 Interview d'Erickson avec Franck Leger.

39 TechnoServe. (2011). "Opportunities in Haiti's Vetiver Industry." Réalisé pour le compte d'EcoVenture.

## 3<sup>ème</sup> PARTIE

# Disponibilité des matières premières

Comme indiqué précédemment, une entreprise de production de charbon doit produire au moins 15 tonnes de charbon par jour une fois l'échelle requise atteinte. Pour atteindre cet objectif, une entreprise de production de charbon doit se procurer environ 60 tonnes de biomasse brute chaque jour, soit 16 560 tonnes de biomasse par an.<sup>1</sup> La présente section examine la disponibilité et le coût de quatre sources de matières premières susceptibles d'être utilisées par une entreprise de production de charbon.

## Racines de vétiver

On estime que le vétiver est cultivé sur 12 000 à 15 000 hectares en Haïti afin de produire entre 60 et 85 tonnes d'huile de vétiver chaque année.<sup>2</sup> Cependant, peu de données fiables sont disponibles et les distillateurs ont tendance à osciller entre une discrétion extrême concernant leur taux de production



Racines de vétiver à peine

- 
- 1 En s'appuyant sur la production de CRI et le rendement de la transformation de la bagasse en charbon.
  - 2 Alphonse, Roberson. (2014). "Thanks to vetiver, Haiti perfumes the world." Le Nouvelliste.



et une surestimation considérable.<sup>3</sup> Franck Léger d'Agri-Supply, également connu sous le nom de Frager Distillery, estime distiller environ 60 tonnes de racines par jour tandis que la région dans son ensemble en produit environ 100. En supposant que cela soit correct, la région des Cayes pourrait collectivement distiller suffisamment de racines de vétiver chaque jour pour alimenter la production d'une usine de charbon de décembre à août. Cela permettrait également à l'usine de stocker un léger excédent de racines pour la production de charbon au cours des 3-4 mois de saison des pluies.

Cependant, il s'agit d'une estimation très approximative (les distillateurs ne quantifient pas la production quotidienne par rapport au volume ou au poids des racines traitées), qui surestime probablement largement le taux de distillation quotidienne de la région. Le PNUE estime qu'Haïti récolte entre 5 000 et 8 000 tonnes de racines de vétiver par an.<sup>4</sup> Cela équivaudrait à la récolte et la distillation d'environ 42 tonnes de racines par jour pour l'ensemble de l'industrie, en supposant que les distilleries fonctionnent en moyenne 190 jours par an.<sup>5</sup> En outre, Caribbean Flavors and Fragrance, la plus grande distillerie haïtienne, a indiqué distiller en moyenne 15 tonnes de racines par jour et produire ainsi 1,5% d'huile. En supposant que le rendement de transformation des racines en huile de CFF soit applicable à tous les distillateurs, les 60 tonnes de racines par jour de Frager produiraient 900 kilogrammes d'huile. Si elle produisait 35 tonnes d'huile par an - ce que la distillerie Frager prétend actuellement - cela signifierait que la distillerie ne fonctionne que 39 jours par an.<sup>6</sup>

L'industrie pourrait se développer considérablement au cours des prochaines années, mais elle pourrait aussi être freinée par deux importants obstacles à l'utilisation des racines de vétiver comme matière première fiable pour produire du charbon.

1. Les déchets de vétiver sont plus précieux pour les distillateurs pour produire de l'énergie sur place que pour produire du charbon:
  - » La dépense la plus importante pour les distillateurs est l'énergie ; elle représente jusqu'à 40% des coûts d'exploitation.<sup>7</sup> La plupart des distillateurs utilisent actuellement un pétrole brut appelé "mazout" pour alimenter leurs chaudières, qui peut coûter jusqu'à 14 000 dollars EU par an. Les distillateurs pourraient compenser cela en utilisant les déchets de vétiver comme source d'énergie. Une étude menée par Techno-Serve a analysé le coût d'opportunité de l'utilisation de déchets de vétiver pour faire du charbon dans le cadre du projet "Haiti Alternative Fuels" d'EcoVentures International. L'étude a révélé que l'utilisation d'une tonne de biomasse de vétiver pour alimenter une chaudière permettrait d'économiser environ 100 litres de carburant. À 2,92 dollars EU le gallon de mazout, remplacer le combustible par 30 tonnes de racines de vétiver permettrait aux distillateurs d'économiser 8 760 dollars EU par jour. À l'inverse, on estime que 30 tonnes de racines de vétiver permettraient de produire 8 tonnes de briquettes de charbon, et que la vente de ce charbon par sacs de 30 kilos à 500 gourdes chacun permettrait au vendeur de gagner 2 516 dollars EU.<sup>8</sup>

---

3 Interview d'Erickson avec Jean-Pierre Blanchard.

4 Interview d'Erickson avec Adrienne Stork.

5 Analyse d'Erickson: il y a eu environ trois semaines de vacances en Haïti en 2014, et la récolte du vétiver est essentiellement suspendue d'août à décembre. On peut donc supposer que l'industrie du vétiver fonctionne 5 jours par semaine pendant 38 semaines, soit environ 190 jours par an.

6 Astier Demarest. "Our Partner: Agri Supply."

7 TechnoServe. (2011). "Opportunities in Haiti's Vetiver Industry." Réalisé pour le compte d'EcoVenture.

8 Ibid.

2. Lorsque les distilleries auront modernisé leur technologie, leurs fours devraient consommer 100% des racines de vétiver distillées. Au moins une distillerie, la CFF, le fait déjà. La CFF a également exprimé le besoin de compléter les déchets de vétiver avec d'autres biomasses, notamment les déchets organiques et la bagasse. Unikode a aussi probablement commencé à utiliser le vétiver pour produire de l'énergie sur place, et les plus gros acheteurs d'Agri-Supply l'ont enjointe de le faire pour devenir plus durable.<sup>9</sup>

**Si l'on se fonde sur le fait que les distillateurs de vétiver sont susceptibles d'utiliser tous les déchets de vétiver pour produire de l'énergie sur place dans un avenir proche, les racines de vétiver distillées ne constituent pas une source fiable de biomasse pour la production de charbon.**

## Feuilles de vétiver

Plusieurs cultivateurs de vétiver ont confirmé que les plantes de vétiver produisent plus de feuilles que de racines au cours de la saison de croissance, et que les feuilles de vétiver seraient relativement faciles à récolter.<sup>10</sup> Cependant, il est difficile d'évaluer la quantité de feuilles produites en Haïti car elles n'ont aucune valeur marchande et ne font l'objet d'aucune commercialisation significative.



Selon les cultivateurs de vétiver, les plantes fournissent un plus fort rendement de feuilles que de racines pendant une saison de production et elles sont faciles à récolter

---

9 Interviews d'Erickson avec George Elie et Franck Leger

10 Interview d'Erickson avec La Flamand et les cultivateurs de vétiver

En l'absence de données fiables concernant le nombre d'hectares qui sont consacrés à la production de vétiver en Haïti et le rendement du vétiver par hectare, il est seulement possible de déduire une fourchette approximative en utilisant des données indirectes. En République dominicaine, une plantation de vétiver a eu un rendement de 40 tonnes de biomasse souterraine et de surface par hectare.<sup>11</sup> S'il est vrai que le vétiver est cultivé sur 15 000 hectares en Haïti, cela signifierait qu'Haïti produit jusqu'à 600 000 tonnes de biomasse de vétiver par an. Cependant, il faut supposer que les fermes de vétiver d'Haïti utilisent beaucoup moins de biomasse qu'une plantation en République dominicaine, qui utilise des produits chimiques et des techniques agricoles modernes. Il convient également de supposer qu'une grande partie du rendement à l'hectare est la biomasse souterraine, c'est-à-dire les racines de vétiver. Si l'on divise le rendement de la plantation en République dominicaine par hectare par un tiers, en supposant que la moitié de la biomasse cultivée est effectivement constituée de racines, la production de feuilles semble plus proche de 100 000 tonnes par an.

Ceci représente tout de même une quantité satisfaisante de biomasse foliaire, mais une grande partie est utilisée sur place comme paillis ou pour nourrir le bétail. Les Haïtiens utilisent une grande partie des feuilles de vétiver pour couvrir le sol tout de suite après la récolte, lorsque les collets sont replantés.<sup>12</sup> En raison de sa forte teneur en silice, le vétiver ne se décompose pas facilement et peut former une couche épaisse sur le sol pour supprimer les mauvaises herbes et garder le sol frais.<sup>13</sup> Dans une certaine mesure, les feuilles de vétiver peuvent également servir de fourrage pour le bétail. Selon un rapport de 2013 publié dans le *Pakistan Journal of Nutrition*, la teneur des feuilles de vétiver en protéines et minéraux est optimale 4 à 6 semaines après la replantation des collets de vétiver.<sup>14</sup> En supposant que la moitié de la biomasse des feuilles produites tout au long de la saison soit nécessaire pour le paillage et l'alimentation, cela signifierait qu'environ 50 000 tonnes de feuilles de vétiver seraient disponibles pour produire de l'énergie.

Il sera extrêmement difficile d'acheter des feuilles de vétiver en vrac à un prix rentable. Les feuilles de vétiver ne sont actuellement ni récoltées, ni rassemblées car les producteurs coupent les feuilles tout au long de la saison de croissance pour augmenter le rendement de la racine. Le transport de feuilles provenant de fermes individuelles jusqu'à un emplacement central, comme la maison ou le dépôt d'un spéculateur, nécessitera autant de temps et de travail que la collecte et le transport de racines. Cela pourrait signifier que le coût des feuilles pourrait être similaire à celui des racines: environ 6 dollars EU par balle, soit 240 dollars EU la tonne (il faut environ 40 balles pour produire 1 tonne de biomasse). Cela dépasse de loin le budget biomasse d'une entreprise de production de charbon, qui est plus proche de 10 dollars EU la tonne, en incluant le coût du transport.<sup>15</sup>

**Sur la base de ces informations, il y a suffisamment de feuilles de vétiver dans la région du Sud pour fournir une usine de charbon écologique. Cependant, le coût de l'approvisionnement en feuilles de vétiver peut se révéler trop élevé et l'entreprise devra se procurer les feuilles de manière très stratégique pour limiter les coûts de production.**

---

11 Boucard, Gueric. (2004). "Clean and Cheap Energy Production for Caribbean Islands." Domarome.

12 Interviews d'Erickson avec Adrienne Stork (PNUE) et avec les coopératives de vétiver.

13 Truong, Paul, Tan Van, Tran, Pinner, Elise. (2007). "Vetiver System Applications. Technical Reference Manual."

14 Falola et. al. (2013). "Nutritional and Anti-nutritional Components of Vetiver Grass at Different Stages of Growth." *Pakistan Journal of Nutrition*.

15 Analyse d'Erickson qui s'appuie sur le rapport de TechnoServe. TechnoServe. (2011). "Opportunities in Haiti's Vetiver Industry." Réalisée pour le compte d'EcoVenture.

## Canne à sucre

On estime qu'Haïti produit entre 119 000 et 140 000 tonnes de bagasse chaque année, mais la production de canne à sucre dans le département du Sud est négligeable.<sup>16</sup> Certaines fermes plantent de la canne à sucre le long des lignes de plantations de leurs parcelles et l'on peut voir plusieurs petites presses de canne à sucre dans les régions éloignées, mais seule une distillerie semi-mécanique de canne à sucre a pu être identifiée dans la région, juste à l'extérieur de Cavaillon. La distillerie, Clairin Vaval, traite 20 tonnes de canne par jour, produisant environ 3 800 tonnes de bagasse par an.<sup>17</sup> En soi, cela ne représente pas une grande quantité, et Vaval prétend que l'intégralité de sa bagasse lui sert soit de combustible pour le four de la distillerie, soit de compost. Selon le propriétaire, Fritz Vaval, seule une poignée d'agriculteurs produit suffisamment de canne pour la distillation ; il est donc obligé de cultiver de la canne à sucre sur sa propriété pour augmenter son approvisionnement. Vaval a également signalé que même s'il y a plusieurs petites distilleries aux Cayes, chacune d'entre elles, à l'exception de la sienne, achète du sirop de canne à Port-au-Prince ou à Léogâne afin de produire du clairin.

**Selon la présente analyse, la canne à sucre n'est pas une source de biomasse fiable dans le Sud.**

2010 © International Disaster Volunteers



Bagasse est le produit dérivé lors du traitement de la canne à sucre

---

16 Ministère des Travaux publics, Transports et Communications. (2006). "Haïti: plan de développement du secteur de l'énergie 2007-2017."

17 Analyse d'Erickson, en supposant que la distillerie fonctionne 190 jours par an.

## Maïs

En 2014, Haïti a produit 360 000 tonnes de maïs sur environ 600 000 hectares, soit beaucoup plus que les autres cultures de base dans le pays, comme le riz et les haricots.<sup>18</sup> Le Sud produit plus de maïs que les autres départements, la culture du maïs dans la région est réputée pour avoir le rendement le plus élevé du pays.<sup>19</sup> On ne dispose d'aucune information concernant la production de maïs dans les différents départements mais il est probable que les plaines autour des Cayes et que le département du Sud dans son ensemble produisent au moins un quart du produit intérieur du pays, soit environ 90 000 tonnes.<sup>20</sup> Environ la moitié du rendement de la culture de maïs est la canne de maïs (feuilles et tiges), ce qui signifie que le département du Sud produit plus de 90 000 tonnes de déchets de maïs par an.<sup>21</sup>

Toute une variété de déchets de maïs peut être utilisée comme matière première pour produire du charbon, notamment l'enveloppe, les feuilles et l'épi débarrassé de sa spathe. Cependant, l'accès à ces produits sera difficile car la majeure partie de la farine de maïs consommée en Haïti est importée, et il existe très peu de gros consommateurs de maïs haïtien; les calendriers de récolte sont quelque peu irréguliers et la transformation du maïs (épanouillage, égrenage, séchage et



Il y a une production de maïs dans le Sud plus élevée que dans n'importe quel autre département en Haïti, et les récoltes sont les plus importantes du pays

18 Youngblood, Denise. (2015) "Haiti: Country Review." Country Watch.

19 Fintrac, Inc. (2010). "Haiti: Market Analysis." Bureau du Programme Food For Peace de l'USAID.

20 Analyse d'Erickson qui s'appuie sur le rapport de l'analyse de marché de Fintrac.

21 Koundinya, Vikram. (2009). "Corn Stover." AgMRC.

broyage) est exécutée par chaque ménage plutôt que dans une installation centrale. On estime que 40 pour cent du maïs cultivé dans le pays est vendu (frais ou transformé, comme la semoule de maïs ou la farine de maïs) sur les marchés régionaux tandis que le reste est consommé dans les foyers agricoles.<sup>22</sup> Le seul moulin à grains industriel du pays se trouve à Port-au-Prince, et le seul moulin alimenté par un générateur (auquel seule une poignée de familles a accès pour un usage personnel) se trouve aux Cayes.<sup>23</sup>

Il serait possible de développer une chaîne d'approvisionnement en déchets de maïs et il est probable que le coût des déchets de maïs serait moins élevé que celui des déchets de vétiver. Le maïs est vendu entre 7 et 23 gourdes la livre, selon la région et la variété, et il est raisonnable de supposer que les déchets de maïs seraient vendus moins cher.<sup>24</sup> Cependant, l'estimation de la quantité de déchets de maïs et la mise en place d'une chaîne d'approvisionnement nécessiteront beaucoup de temps et d'énergie. Alors que les épis de maïs sont rassemblés pour l'épanouillage, l'enveloppe et les feuilles du maïs restent généralement sur le terrain pour le paillage ou l'alimentation du bétail. Les épis de maïs sont une matière première difficile à travailler, en raison de leur forte teneur en humidité. Alors que la bagasse sèche en 1 à 3 jours, les épis de maïs nécessitent jusqu'à une semaine complète de séchage passif au soleil avant de pouvoir être pyrolysés.<sup>25</sup>

**Selon la présente analyse, les déchets de maïs sont une matière première disponible et probablement rentable pour produire du charbon écologique dans le Sud. Cependant, le travail et le temps requis pour mettre en place une chaîne d'approvisionnement en déchets de maïs peuvent se révéler trop importants pour une entreprise de production de charbon.**

## Manioc

Le manioc produit un amidon localement disponible qui peut être utilisé comme liant pour les briquettes de charbon. Il n'existe aucune données nationales ou régionales sur la production de manioc, mais le manioc est cultivé par les agriculteurs dans l'ensemble du pays et peut être acheté sous sa forme tuberculeuse sur certains marchés ou sous forme de poudre, connue localement sous le nom d'"amidon", dans les boulangeries. Il est très difficile de se procurer du manioc brut ou transformé en vrac et cela constitue un des plus grands obstacles au développement d'une entreprise de production de charbon durable en Haïti. Le marché du manioc est relativement limité et ce dernier est beaucoup moins cultivé que les autres cultures de base. En outre, la période de croissance de manioc peut durer jusqu'à un an, ce qui rend difficile l'organisation d'un approvisionnement continu.

En raison peut-être de son approvisionnement limité, le manioc est coûteux et vaut plus de

---

22 ibid

23 Interview d'Erickson avec des propriétaires d'usines

24 Fintrac, Inc. (2010). "Haiti: Market Analysis." Bureau du Programme Food For Peace de l'USAID.

25 Essais pilotes de CRI dans le Plateau Central.

800 dollars EU la tonne.<sup>26</sup> Dans l'agglomération des Cayes, seules deux femmes vendaient du manioc sur le marché du jeudi de Valere. Les deux femmes n'avaient que quelques paquets disponibles (de 6-7 morceaux chacun), à un prix de 50 gourdes haïtiennes.<sup>27</sup>

**Pour utiliser le manioc comme liant, il serait nécessaire de l'acheter à Port-au-Prince ou de l'importer à un coût considérable.**

2012 © USAID U.S. Agency for International Development



Le marché pour le manioc est assez petit et il est moins cultivé que d'autres cultures de base

---

26 Coûts des facteurs de production de CRI, Cap Haïtien.

27 Interview d'Erickson avec des vendeurs sur le marché.

## 4<sup>ème</sup> PARTIE

# Analyse des modèles

Il est crucial de reconnaître comment les différents aspects de l'industrie du vétiver pourraient influencer sur les activités d'une entreprise de production de charbon écologique pour évaluer la probabilité de réussite d'une initiative de charbon dans le Sud. Bien qu'il existe une myriade de façons de structurer une entreprise de production de charbon écologique autour de l'industrie de vétiver, toute entreprise qui produit et vend du charbon doit assurer trois fonctions distinctes:

- L'approvisionnement en biomasse et sa carbonisation
- Le briquetage de la poussière de charbon
- La distribution et la vente de charbon

Cette section compare trois modèles économiques bien distincts qui gèrent différemment chacune de ces fonctions. Bien que ces trois modèles ne soient pas le seul moyen de structurer une entreprise de production de charbon, ils sont très différents les uns des autres et montrent que le choix de différentes méthodes a une incidence sur le coût, le calendrier et la capacité de fonctionner à grande échelle de toute initiative.

## Modèle 1: appartenant à une coopérative

Modèle	Origine de la biomasse	Carbonisation de la biomasse	Briquetage	Vente de charbon
Coopératives autonomes de charbon de vétiver	Les agriculteurs amènent des feuilles de vétiver et les distillateurs apportent des racines qui ont subi une distillation aux responsables des coopératives	Les coopératives carbonisent les racines et les feuilles dans des fours à charbon	Les coopératives briquent le charbon en utilisant des presses manuelles	Chaque coopérative vend diverses quantités de charbon au sein de la communauté, sans suivre de stratégie de marque

### Modèle

En raison de la décentralisation de la culture du vétiver et du nombre de régions où ce dernier est cultivé dans le Sud, une entreprise appartenant à une coopérative devra probablement être décentralisée elle aussi. Chaque région productrice de vétiver formerait sa propre coopérative de charbon de vétiver, soit autour d'une coopérative de production existante, soit autour d'une nouvelle entité, comme le spéculateur d'une communauté par exemple. Chaque coopérative fonctionnerait



de façon autonome, en utilisant la biomasse disponible localement et en vendant le charbon aux consommateurs locaux. Après la construction d'une usine régionale, chaque coopérative emploierait une équipe chargée du charbon, qui serait responsable: a) de l'achat de feuilles de vétiver aux agriculteurs environnants et de racines post-traitement dans les distilleries, b) de la carbonisation de la biomasse dans des fûts de 55 gallons, et c) du briquetage de la poussière de charbon résultante en utilisant des presses à main. La vente de charbon se ferait très probablement aussi en dehors de l'usine, sans stratégie de marque ni marketing. Les consommateurs de charbon et les détaillants indépendants viendraient à l'usine pour acheter le charbon. Le charbon serait vendu en moyenne 300 gourdes le sac de 30 kilos.

## Avantages

- Offrir davantage d'autonomie et de contrôle aux nouvelles coopératives de vétiver et aux coopératives existantes
- Optimiser le transport (les camions de vétiver des distilleries déposent les racines ayant subi un traitement et ramassent les racines fraîchement récoltées en un seul trajet)
- Réduire les coûts des intrants en utilisant des feuilles cultivées localement.

## Défis et risques

- Difficile à reproduire à grande échelle: il est très peu probable qu'une entreprise appartenant à une coopérative réussisse à produire 15 tonnes par jour. En utilisant la meilleure presse à main actuellement disponible, une personne devrait produire 1 000 briquettes par jour, soit un peu plus d'un sac de 30 kilogrammes.
- Les presses pneumatiques et les presses à main ainsi que les extracteurs mécaniques ne nécessitent que peu ou pas d'électricité. Cependant, les briquettes ainsi produites brûlent à une température plus basse, créent plus de fumée et de cendres et brûlent pendant une période plus courte.
- Dépassement du temps imparti: après plusieurs années de développement, la capacité des coopératives de vétiver existantes reste encore limitée. Il faudrait disposer de financements significatifs pendant au moins un an pour mettre en place les dix premières coopératives de charbon de vétiver. Il faudrait ensuite entre six mois et un an pour embaucher et former une équipe de 30 à 50 personnes par coopérative, construire chaque usine, acquérir tout le matériel nécessaire et démarrer les différentes activités.
- Coûts élevés: hormis les coûts inhérents aux délais plus longs, les coopératives régionales nécessiteraient beaucoup plus de personnel que les autres modèles. En outre, le coût du matériel, comme les presses à main et les fûts, va continuer à augmenter, étant donné que ce type de matériel a besoin d'être remplacé souvent.
- Rigidité: les coopératives ont tendance à être lentes pour prendre des décisions de haut niveau. Une entreprise de production de charbon écologique œuvre au sein d'un marché volatil et doit donc être capable de s'adapter aux pressions du marché de façon hebdomadaire, voire quotidienne. L'intervention permanente des parties prenantes peut compromettre la capacité régulière d'adaptation aux pressions du marché.

## Modèle 2: appartenant à un distillateur

Modèle	Origine de la biomasse	Carbonisation	Briquetage	Ventes de charbon
Appartenant à un distillateur	Feuilles de vétiver et racines achetées auprès de coopératives ou de spéculateurs	Le distillateur carbonise en utilisant une machine à pyrolyse à alimentation continue	Le distillateur utilise un appareil de briquetage	Le distillateur vend le charbon à des grossistes locaux, sans stratégie de marque

### Modèle

En installant les nouvelles activités de production de charbon dans son usine existante, le distillateur construirait une usine à l'échelle industrielle à côté de l'infrastructure de distillerie existante. L'usine centralisée gérerait tous les aspects de la poussière de charbon et de la production de briquettes mais la vente de charbon écologique serait confiée à des grossistes de charbon existants. Le distillateur utiliserait ses racines transformées comme principale source de biomasse, jusqu'à 400 tonnes par mois, mais il devrait utiliser les feuilles de vétiver pour augmenter la production de biomasse énergétique. En augmentant le nombre de chauffeurs et la taille de son parc de véhicules, le distillateur serait susceptible d'acheter plus de deux fois la quantité de biomasse qu'il achète actuellement aux producteurs avec lesquels il travaille déjà. Le distillateur utiliserait alors une unité de pyrolyse industrielle pour carboniser les feuilles et les racines avant d'utiliser une machine à briquettes industrielle pour produire des briquettes de haute qualité. Une fois le charbon séché et emballé dans les sacs traditionnellement destinés au charbon, il serait vendu en vrac aux grossistes de charbon entre 400 et 500 gourdes le sac de 30 kg.

### Avantages

- Une installation centrale et des machines industrielles optimisent l'efficacité et renforcent la possibilité d'augmenter la production.
- Cela permettrait de tirer parti de la chaîne d'approvisionnement de vétiver existante et d'optimiser le transport en remplissant les camions de feuilles lorsqu'il n'y a pas de racines. Le distillateur achèterait les racines et les feuilles aux coopératives et aux spéculateurs avec lesquels il collabore déjà, utiliserait les mêmes véhicules et pilotes et emprunterait les mêmes routes.
- Pas de coût supplémentaire pour les racines destinées à la production de charbon

### Défis et risques

- Justifier l'investissement et l'énergie significatifs nécessaires:
  - » Bien qu'ils partagent une matière première commune, les entreprises de charbon ont peu de choses en commun avec les distillateurs et les exportateurs de vétiver. Pour cette raison, le lancement et la gestion d'une entreprise de production de charbon de vétiver nécessiteraient une attention et des ressources significatives. Une équipe de 50 employés à temps plein devrait gérer le transport, la pyrolyse et le

briquetage, tandis que les gestionnaires et les directeurs devraient s'engager à un apprentissage et une amélioration continus.

- » Le potentiel commercial de la vente de charbon est beaucoup plus faible que celui de l'huile de vétiver. Les exportateurs vendent un fût d'huile de vétiver environ 39 000 dollars EU; avec seulement 10-15% de marge, chaque fût rapporte au distillateur près de 6 000 dollars EU. La vente de 35 tonnes d'huile par an, soit environ 168 fûts, rapporte à une distillerie exportatrice plus d'1 million de dollars EU de profit. Pour faire le même profit, il faudrait, au mieux, exploiter pendant 26 mois une grosse usine de charbon.<sup>1</sup>
- Les dynamiques de pouvoir permanentes entre les producteurs et les distillateurs de vétiver: le distillateur fournirait une source supplémentaire de revenus aux producteurs tout au long de l'année mais il aurait également, en tant que seul acheteur de feuilles, un contrôle autonome sur le prix d'achat des feuilles. Si une coopérative de vétiver souhaitait augmenter le prix de ses feuilles ou de ses racines, elle pourrait saboter ses relations avec ce distillateur.

### Modèle 3: appartenant à un tiers

Modèle	Origine de la biomasse	Carbonisation	Briquetage	Ventes de charbon
Appartenant à un tiers	L'entreprise achète des racines de vétiver à différents distillateurs et des feuilles à des coopératives en cas de besoin	Machine à pyrolyse à alimentation continue	Appareil industriel de briquetage	L'entreprise développe la marque, vend à des grossistes, des acheteurs institutionnels et des ménages dans des dépôts ou par l'intermédiaire de détaillants mobiles

#### Modèle

Semblable au modèle appartenant à un distillateur, l'entreprise appartenant à un tiers utiliserait une installation de production centrale équipée de machines industrielles pour augmenter l'efficacité et améliorer le contrôle de la qualité. Contrairement au distillateur, le tiers œuvrerait dans un établissement distinct et jouerait un rôle proactif dans la commercialisation et la vente de charbon.

Situé près des Cayes, le tiers achèterait les racines de vétiver à une multitude de fournisseurs locaux de biomasse et compléterait cette offre avec des feuilles uniquement si cela est nécessaire. Après carbonisation et briquetage des déchets de vétiver à l'usine, les briquettes seraient emballées dans des sacs et des marmites plus petites et étiquetées. Une équipe de vente dédiée élaborerait un plan de communication et une stratégie de marque, puis suivrait diverses stratégies de vente, y compris des contrats avec des acheteurs institutionnels (ONG locales, hôpitaux et

<sup>1</sup> Voir projection budgétaire pour une entreprise appartenant à une distillerie dans la section ci-dessous.

écoles), de la vente en vrac à des distributeurs de charbon en gros, et de la vente en plus petites quantités à des détaillants mobiles par le biais de dépôts de charbon. Le tiers vendrait les sacs de charbon 500 gourdes et les marmites entre 20 et 25 gourdes.

## **Avantages**

- Un tiers indépendant se concentrerait uniquement sur le lancement et la gestion d'une entreprise de production de charbon durable et l'entreprise est donc susceptible d'atteindre l'échelle souhaitée plus rapidement.
- L'accent porterait sur la stratégie de marque et la commercialisation, ce qui permettrait de créer une image positive au sein des consommateurs tout en augmentant les marges.
- La possibilité de travailler en partenariat avec plusieurs distillateurs à la fois augmenterait l'accès aux racines de vétiver locales et à d'autres sources de biomasse, diminuant ainsi le coût du transport.
- Un tiers pourrait améliorer la dynamique entre les producteurs et les distillateurs de vétiver.

## **Défis et risques**

- La recherche de terres et l'ouverture d'une nouvelle usine par cette nouvelle entité pourraient retarder le lancement.
- Il faudrait une approche tactique adaptée à la politique de l'industrie pour gagner la confiance des producteurs et des distillateurs de vétiver.
- Il est difficile d'optimiser le transport des feuilles. Bien qu'un distillateur puisse être disposé à s'associer au tiers pour partager ou louer des camions ou des tracteurs, il est plus probable que la nouvelle société devra acheter et entretenir son propre parc de véhicules.

## 5<sup>ème</sup> PARTIE

# Grandes étapes et coûts des différents modèles

L'évaluation des coûts prévisionnels et l'examen du calendrier de chaque modèle permettent de mieux cerner les avantages et les inconvénients des trois différents modèles. Cette section compare les budgets prévisionnels et le calendrier des étapes clés du projet pour chaque modèle afin de mieux évaluer la probabilité d'atteindre l'échelle requise et la viabilité financière.

## Méthodologie

Pour élaborer le calendrier et prévoir les coûts afférents à chaque modèle, des étapes distinctes ont été définies pour chaque modèle, en fonction de sa structure et de sa capacité. Les délais pour atteindre de nombreuses étapes sont ambitieux, car on suppose que les enseignements tirés de l'essai de CRI aideront à accélérer le développement du projet et l'essor des trois modèles. En outre, on estime que les coûts des produits, qui reflètent en grande partie les dépenses de CRI, se basent sur les dépenses suivantes:

1. Construction
2. Personnel
3. Principales fournitures et machines
4. Biomasse
5. Commercialisation (uniquement pour le modèle appartenant à un tiers)
6. Terrain (uniquement pour le modèle appartenant à un tiers)

Le coût de la biomasse est la variable la plus difficile à déterminer à l'heure actuelle, en particulier parce qu'il dépend en grande partie du coût du transport. Pour tenir compte de cela, le coût des feuilles et des racines de vétiver ainsi que celui du matériau liant est constant sur les trois modèles. La quantité de biomasse achetée et la composition de la biomasse utilisée (la proportion de feuilles par rapport aux racines) peuvent être considérées comme des variables qui diffèrent d'un modèle à l'autre.

## Hypothèses

Pour simplifier la comptabilité budgétaire, les trois modèles supposent que:

- La subvention permettra de couvrir tous les coûts pour atteindre l'étape finale. Le financement reçu pendant toute cette période ne sera pas remboursé et ne produira pas d'intérêts.
- L'inflation n'a pas été prise en compte. Le taux actuel d'inflation en Haïti est élevé, ce qui signifie que la valeur actuelle nette du chiffre d'affaires sera probablement inférieure à celle qui est indiquée ici.
- On ne tient pas compte de la dépréciation des actifs car le budget présente une estimation des coûts de lancement, pas des coûts d'exploitation ni de la valeur de l'entreprise.

- Chaque modèle aura besoin de 5 000 dollars EU par mois pour couvrir les dépenses mineures.
- Tous les modèles sont en mesure de vendre le charbon produit. Bien que la variation au niveau de la qualité et des stratégies de vente se reflète dans le prix de vente du charbon de chaque modèle, on suppose que la demande de charbon écologique est suffisante pour permettre aux trois modèles de vendre leur produit.
- Un taux de change de 53 est utilisé pour convertir les gourdes haïtiennes (HTG) en dollars EU (\$EU).

## Résultats

Le tableau suivant montre les différences entre les trois modèles au niveau du temps nécessaire pour atteindre les grandes étapes respectives et par rapport au coût du projet, et propose un classement en fonction du résultat net mensuel attendu. Le compte rendu complet de toutes les étapes pour chaque modèle est disponible en annexe A.

Parmi les trois modèles, celui appartenant à un tiers est celui qui atteint la production visée (15 tonnes / jour) dans le plus court laps de temps et fournit le meilleur rendement mensuel à long terme. Bien que le modèle appartenant à un tiers et celui appartenant à une distillerie proposent des modes de production très proches, leurs stratégies de vente divergentes les distinguent et celle du modèle appartenant à un tiers permet des marges plus importantes.

Le modèle appartenant à une coopérative est celui qui a le moins de succès en raison des coûts associés élevés, de la faible productivité et des faibles revenus. La dépense la plus importante du modèle est de loin le personnel (près de 80 000 dollars EU par mois). Ces coûts de production ne sont pas couverts par la vente de charbon car des obstacles technologiques empêchent l'entreprise de produire plus de 10 tonnes de charbon par jour et parce que le charbon de mauvaise qualité

Modèle	Appartenant à une coopérative	Appartenant à un distillateur	Appartenant à un tiers
Étape finale	Production et vente de 6 000 sacs de charbon/mois (10 tonnes de charbon/jour)	Production et vente de 10 000 sacs de charbon/mois (15 tonnes/jour)	Production et vente de 6 000 sacs et 120 000 marmites/mois (15 tonnes/jour)
Notes	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vente de sacs aux grossistes, détaillants et ménages ruraux</li> <li>• Utilisation de 360 tonnes de racines par mois et de 360 tonnes de feuilles par jour</li> <li>• Vente de charbon 300 gourdes haïtiennes/sac de 30 kilos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Utilisation de 400 tonnes de racines par mois, 840 tonnes de feuilles</li> <li>• Être en rapport avec 150 grossistes</li> <li>• Vente de charbon 450 gourdes haïtiennes/sac de 30 kilos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Être en rapport avec 100 grossistes, 150 détaillants</li> <li>• Utilisation de 1 000 tonnes de racines par mois et de 200 tonnes de feuilles de vétiver</li> <li>• Vente de charbon 500 gourdes haïtiennes/sac de 30 kilos, 20/marmite</li> </ul>
Durée totale	60 mois	27 mois	19 mois
Coût total (\$EU)	3,95 millions de \$	1,66 million de \$	1,5 million de \$
Futur coût mensuel (\$EU)	101 111 \$	57 233 \$	59 475 \$
Futur revenu mensuel	50,943.40 \$	84,905.66 \$	101,886.79 \$
Futurs pertes /profit mensuels	-50 168,43 \$	27 672,33 \$	42 411,46 \$

## Analyse technique – charbon de vétiver

### Contexte

Le vétiver a été reconnu comme étant une matière première prometteuse pour produire du charbon pour plusieurs raisons. Tout d'abord, la production de biomasse de vétiver est importante dans les régions tropicales et les plantations ont des rendements avérés de 120 tonnes de matière sèche par hectare, voire plus.<sup>1</sup> Deuxièmement, les feuilles de vétiver ont une valeur calorifique élevée, avec une valeur énergétique avérée de 16,3 GJ t-1, soit 7 000 btu par livre (une valeur calorifique supérieure à la plupart de la biomasse que l'on trouve en Haïti (bois sec = 19,8 GJ/t; bagasse = 9,3 GJ/t).<sup>2</sup> Troisièmement, le rendement du vétiver est fiable car le vétiver est résistant aux ravageurs, aux maladies, au feu, et extrêmement résistant à la sécheresse.<sup>3</sup>

Alors que de nombreux rapports académiques et forums d'aide internationale vantent les mérites du vétiver pour produire du charbon, très peu d'organisations l'ont activement testé. Le D-Lab du MIT a expérimenté la production de charbon de vétiver en Haïti il y a plus de 10 ans dans le cadre de son programme "Fuel from the Fields", mais a constaté que la carbonisation était inégale lors de la pyrolyse et que la saleté sur les racines de vétiver non-distillées diminuait l'efficacité de la pyrolyse.<sup>4</sup>

En 2011, dans le cadre de la "Haiti Sustainable Vetiver Initiative", EcoVentures s'est associée à une entreprise européenne de parfum et à plusieurs distillateurs, notamment Unikode et Celex Oil, afin d'évaluer s'il était possible d'utiliser des déchets de vétiver pour produire des briquettes de cuisson.<sup>5</sup> Le programme proposé a été structuré de manière à ce que les distillateurs d'huile utilisent sur place la moitié des racines distillées pour produire de l'énergie et l'autre moitié pour produire des briquettes. Les distillateurs pourraient alors revendre les briquettes aux coopératives, qui à leur tour carboniseraient les briquettes et les vendraient sous forme de charbon au sein de leurs communautés.

Comme mentionné précédemment, TechnoServe a analysé le projet et a estimé que le volet briquetage de l'initiative n'était pas suffisamment rentable pour la distillerie. Le rapport n'a pas soulevé le problème des nombreux redoublements dans le modèle d'affaires et n'a pas non plus identifié les défis technologiques de la carbonisation des palets de biomasse brute - une méthode qui ne produit généralement pas un combustible de grande qualité.

- 
- 1 Pinner, Elise. (2014). "Vetiver System: Reversing Degradation On- and Off Farm, To Keep Soil Carbon In Place, Build UP Roots Biomass, and Turn Degraded Areas in Biofuel Sources." Green Cycle Consulting Ltd.
  - 2 Grimshaw, Dick. (2009). "Vetiver Energy." Blog de The Vetiver Network International.
  - 3 Ibid.
  - 4 Interview d'Erickson avec Dan Sweeney, D-Lab, Massachusetts Institute of Technology
  - 5 EcoVentures International. (2010). "Rapid Assessment of the Impact of the Earthquake on the Haitian Vetiver Sector."



En utilisant une technique de briquetage plus moderne réputée pour produire du charbon de haute qualité, CRI a testé l'herbe et les feuilles de vétiver en tant que source d'énergie de charbon en pyrolysant et en briquetant le charbon de vétiver, et en cuisinant avec des briquettes de vétiver.

## Méthodologie pilote<sup>6</sup>

### Collecte et préparation de la biomasse

CRI a testé l'efficacité des racines et feuilles de vétiver pour produire du charbon dans son usine de Cap-Haïtien. La distillerie de vétiver Frager a fourni les racines et feuilles de vétiver le 17 août 2015, 12 jours après que les racines aient été traitées. La quantité exacte de biomasse fournie était inconnue. La distillerie Frager n'a pas fait payer les racines à CRI mais lui a fait payer 20 000 HTG les feuilles, qui ont été cueillies spécifiquement pour les besoins de l'étude.

Bien que les racines et les feuilles fussent sèches à l'arrivée à l'usine de CRI, il n'a pas été possible d'obtenir une estimation précise du temps minimum nécessaire pour que la biomasse de vétiver soit complètement sèche. Avant la pyrolyse, les racines et les feuilles ont été secouées pour éliminer autant de résidus que possible mais en raison de la densité de leur système racinaire entremêlé, les racines de vétiver étaient encore recouvertes de poussière et de petites pierres.

### Analyse

Pour tester la production de charbon avec des racines et des feuilles de vétiver, le CRI a analysé les performances du vétiver à différentes étapes:

**Pyrolyse** (carbonisation): CRI a utilisé des fûts de 55 gallons pour pyrolyser le matériau de vétiver brut et a testé 10 lots distincts afin de comparer le temps de combustion, le rendement, la production de fumée et la qualité du charbon produit. Une biomasse énergétique de haute qualité produira au moins 20% de sa masse d'origine en masse entièrement carbonisée. Les lots étaient les suivants:

- Six lots constitués de "racines uniquement"
- Trois lots constitués de "feuilles uniquement"
- Deux lots "50:50" constitués de 50% de racines et de 50% de feuilles

**Briquetage:** CRI a comparé la composition et le temps de séchage de quatre lots différents de charbon tout au long du processus de fabrication des briquettes. Chaque lot contenait la même quantité de matériau liant et a été briqueté en utilisant les mêmes machines et en suivant les mêmes procédures. Les lots étaient les suivants:

- Un lot de charbon de racines
- Un lot de charbon de feuilles
- Un lot de charbon de feuilles/racines
- Un lot de charbon de racines /bagasse

---

6 Une présentation détaillée de la méthodologie utilisée est disponible en annexe B

**Cuisson:** CRI a comparé les quatre lots de briquettes (composées de charbon de racines, feuilles, racines/feuilles, racines/bagasse) en examinant la facilité d'allumage, la production de chaleur, la durée de la production de chaleur, la production de fumée et la production de cendres. En l'absence d'indicateur de température sophistiqué, le personnel de CRI a testé la résistance et la durée de la production de chaleur à l'aide des méthodes suivantes:

- Puissance de la production de chaleur - temps nécessaire pour faire bouillir un litre d'eau
- Durée de la production de chaleur – temps nécessaire pour que le charbon brûle et soit réduit en cendres

## Conclusion des essais

### Pyrolyse

Les durées de combustion des six lots constitués de "racines uniquement" allaient de 105 à 130 minutes. La «qualité» (carbonisation du produit final) du charbon de racines a été évaluée à 3 sur 5 pour les six lots, ce qui signifie qu'il restait des morceaux de racines non-carbonisées et des résidus. Les durées de combustion des trois lots de "feuilles uniquement" allaient de 47 minutes à 65 minutes. Chaque lot de charbon issu de feuilles uniquement a reçu une note de 5 sur 5, ce qui signifie que tout a été uniformément carbonisé. Les durées de combustion des deux lots 50:50 ont été de 66 minutes et 74 minutes, soit une note de qualité de 4 pour chacun des deux lots.

Tous les lots ont produit des quantités égales de fumée (similaire aux montants observés pour la bagasse) et eu des rendements de carbonisation similaires, soit environ 25% du volume de la biomasse d'origine par fût.

### Briquetage

Après avoir mélangé chaque lot avec le liant de CRI, les quatre types de charbon (racines, feuilles, racines et feuilles, racines et bagasse) ont produit une pâte de briquette similaire à celle de la bagasse. Cependant, une fois pressées en briquettes, les briquettes contenant le charbon de racines uniquement semblaient les moins homogènes, probablement parce qu'elles contenaient des saletés et de petits fragments de roche. Les lots constitués de feuilles uniquement semblaient être les plus qualitatifs (très denses et homogènes). En dépit de la variation de la densité et de l'apparence, les quatre lots ont mis 5 jours pour sécher passivement au soleil.

Une fois sec, le lot de briquettes de racines uniquement pesait 2,8 kg pour 100 briquettes, tandis que les briquettes de racines/feuilles pesaient 2,9 kg et les briquettes de feuilles uniquement pesaient 1,4 kg. Le poids plus léger des briquettes de feuilles uniquement signifiait qu'il y avait une quantité supérieure de biomasse entièrement carbonisée et une quantité inférieure de sédiments non carbonisés, comme la saleté.

### Cuisson

Malgré une heure de tentatives pour allumer les briquettes de charbon issu de racines uniquement, ces dernières ne s'enflammaient toujours pas complètement. Le lot contenant le charbon constitué à parts égales de racines et de bagasse a pu s'enflammer, mais seulement pendant 10 minutes. On

pense que cela est dû à la forte teneur en poussières et autres résidus des briquettes. À l'inverse, les briquettes fabriquées à partir de feuilles de vétiver ont eu de très bonnes performances. Le lot de vétiver a pu s'enflammer complètement en 5 minutes, faire bouillir 1 litre d'eau en 7 minutes, et rester allumé pendant 75 minutes avant d'être réduit en cendres. Ceci est comparable au charbon de bois et au charbon écologique de CRI fabriqué avec de la bagasse.

Les résultats des essais de cuisson suggèrent que si les racines ne sont pas soigneusement lavées à l'aide d'un système à haute pression, les racines de vétiver ne peuvent pas être utilisées pour produire du charbon écologique. À l'inverse, les feuilles de vétiver constituent une excellente matière première pour produire du charbon.

## Recommandation

En raison de la mauvaise performance des briquettes de racines de vétiver et de la probabilité que les distillateurs de vétiver utilisent la majeure partie de leurs déchets de racines pour produire de l'énergie sur place, **il est déconseillé** d'utiliser les racines de vétiver pour produire du charbon écologique.

Si l'industrie du vétiver en Haïti se développait de façon spectaculaire au cours des cinq prochaines années, l'accès aux racines de vétiver pourrait devenir moins problématique, même si les plus grands distillateurs modernisent leurs chaudières pour utiliser les déchets de vétiver pour produire de l'énergie sur place. Cependant, du fait qu'il est nécessaire de laver les racines de vétiver après distillation pour pouvoir les pyrolyser de manière efficace, les racines de vétiver ne constituent pas une matière première viable. La quantité d'eau et d'énergie nécessaires pour nettoyer les racines pourrait annuler les répercussions positives sur l'environnement de la substitution du charbon de vétiver au charbon de bois.

Contrairement aux racines de vétiver, les feuilles de vétiver représentent une source d'énergie efficace pour produire du charbon durable. Les feuilles de vétiver se carbonisent facilement et brûlent efficacement une fois pressées en briquettes, sans qu'il soit nécessaire d'enlever des sédiments. En outre, on estime que les feuilles de vétiver sont produites en abondance, à un taux plus élevé que les racines de vétiver et autre biomasse énergétique que l'on trouve en Haïti. Cependant, l'approvisionnement en feuilles de vétiver sera probablement difficile et coûteux. Il faudrait du temps pour former un nombre suffisant d'agriculteurs à la culture et à la récolte durable des feuilles de vétiver. Ce dernier étant cultivé sur des collines isolées, le coût et la charge logistique du transport des feuilles vers une structure urbaine seraient élevés. Pour que l'approvisionnement en feuilles soit rentable, il faudrait qu'une tonne de feuilles coûte au maximum 10 dollars EU. Le coût pour obtenir 25 tonnes de feuilles pour l'analyse technique du présent rapport, sans compter le transport, était de 20 000 HTG, soit 377 dollars EU. Bien que l'achat direct auprès des producteurs de vétiver puisse permettre de réduire considérablement ce coût, les agriculteurs doivent tout de même s'attendre à payer un prix comparable à celui des racines, entre 8,80 et 9,50 dollars EU par balle, soit 360 dollars EU la tonne selon les estimations.

Quelle que soit la source de biomasse utilisée, le CRI recommande que toute initiative de charbon de vétiver soit gérée par un tiers. La capacité d'une entreprise indépendante à se concentrer sur des aspects distincts de l'activité, notamment la fabrication, la commercialisation et les ventes, permettra à l'initiative d'atteindre l'échelle voulue de manière plus efficace. En ce qui concerne la fabrication du charbon, l'équipement de pyrolyse et de briquetage nécessaire à la production à grande échelle est actuellement importé. Il faudra de l'expérience et des recherches et un développement continu pour se procurer et gérer cette technologie. En ce qui concerne les ventes, il a été démontré qu'une stratégie de marque et une commercialisation étaient nécessaires pour accroître la demande de charbon écologique. CRI a constaté que les ventes de charbon augmentaient de façon spectaculaire après avoir lancé la marque "Chabon Boul," que les clients rapportent avoir connu grâce à des publicités à la radio, des affichages et des événements promotionnels. Il est peu probable que les coopératives décentralisées ou les distillateurs préoccupés soient en mesure de gérer une stratégie de commercialisation efficace pour augmenter la productivité.

# Bibliographie

Alphonse, Roberson. (2014). "Thanks to vétiver, Haiti perfumes the world." Le Nouvelliste. <http://lenouvelliste.com/lenouvelliste/article/129703/Thanks-to-vetiver-Haiti-perfumes-the-world.html>.

Astier Demarest. "Our Partner: Agri Supply." <http://en.astierdemarest.com/nos-partenaires-3.php>

Boucard, Gueric. (2004). "Clean and Cheap Energy Production for Caribbean Islands." Domarome. <http://www.vetiver.com/Caribbean - Energy.pdf>

Butler, Rhett. (2006). "Haiti." Mongabay. <http://rainforests.mongabay.com/deforestation/archive/Haiti.htm>

Confino, Jo & Paddison, Laura. (2014). "Cookstove designs are failing the poorest communities." The Guardian. <http://www.theguardian.com/sustainable-business/cookstoves-design-poor-communities-refugees-unhcr-ikea>

EcoVentures International. (2010). "Rapid Assessment of the Impact of the Earthquake on the Haitian Vetiver Sector."

Falola et. al. (2013). "Nutritional and Anti-nutritional Components of Vetiver Grass at Different Stages of Growth." Pakistan Journal of Nutrition. <http://www.pjbs.org/pjnonline/fin2682.pdf>

Fintrac, Inc. (2010). "Haiti: Market Analysis." Bureau du Programme Food For Peace de l'USAID. [http://pdf.usaid.gov/pdf\\_docs/Pnadx774.pdf](http://pdf.usaid.gov/pdf_docs/Pnadx774.pdf)

Freeman, Scott. (2011). "Vetiver in Southwest Haiti." Université Columbia.

Grimshaw, Dick. (2009). "Vetiver and Energy." Blog du Vetiver Network International. <http://vetivernetinternational.blogspot.com/2009/10/vetiver-and-energy.html>

Institut haïtien de statistiques et d'informatique. (2009). "Population totale, population de 18 ans et plus - Ménages et densités estimés en 2009." [http://www.ihsi.ht/pdf/projection/POPTOTAL&MENAGDENS\\_ESTIM2009.pdf](http://www.ihsi.ht/pdf/projection/POPTOTAL&MENAGDENS_ESTIM2009.pdf)

Howell, Holly. (2012). "Working Children in Agriculture in Haiti, Sud Department." Ministère du Travail des États-Unis. ICF International. [http://www.dol.gov/ilab/ICLRE/Downloads/Research/Report/Haiti\\_Research\\_Report.pdf](http://www.dol.gov/ilab/ICLRE/Downloads/Research/Report/Haiti_Research_Report.pdf)

Konpay. Alternative Charcoal & Clean Cook Stove Program. <http://konpay.weebly.com/alternative-charcoal-clean-cook-stoves-program.html>

Koundinya, Vikram. (2009). "Corn Stover." AgMRC. [http://www.agmrc.org/renewable\\_energy/corn-stover/](http://www.agmrc.org/renewable_energy/corn-stover/)

Liu, Hung-Tse. (2012). "Technical Cooperation: Les Cayes Cereal Crops Development Project." Fonds de développement et de coopération internationale.

Malimbwi, Rogers & Zahabu, Eliakimu. (2008). "Woodland and the charcoal trade: the case of Dar es Salaam City." Université agricole de Sokoine. <http://www.metla.fi/julkaisut/workingpapers/2008/mwp098-12.pdf>

McClintock, Nathan. (2003) "Agroforestry and Sustainable Resource Conservation in Haiti: A Case Study." Université d'État de Caroline du Nord. <http://www.ncsu.edu/project/cnrint/Agro/PDFfiles/HaitiCaseStudy041903.pdf>

Ministère des Travaux publics, transports et communications. (2006). "Haïti: plan de développement du secteur de l'énergie 2007-2017." <http://www.bme.gouv.ht/energie/Haiti%20Plan%20National%20d'EnergieVRFrenchR1.pdf>

Mongabay. (2014). Population des Cayes, Haïti. <http://population.mongabay.com/population/haiti/3728097/les-cayes>

Pinner, Elise. (2014). "Vetiver System: Reversing Degradation On- and Off Farm, To Keep Soil Carbon In Place, Build UP Roots Biomass, and Turn Degraded Areas in Biofuel Sources." Green Cycle Consulting Ltd. [http://www.vetiver.org/KEN\\_Vetiver%20and%20soil%20carbon%20by%20EP.pdf](http://www.vetiver.org/KEN_Vetiver%20and%20soil%20carbon%20by%20EP.pdf)

Sagbo, Nicaise. (2014). "Economic Analysis and Willingness to Pay for Alternative Charcoal and Clean Cook Stoves in Haiti." Université du Kentucky. [http://uknowledge.uky.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1029&context=agecon\\_etds](http://uknowledge.uky.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1029&context=agecon_etds)

TechnoServe. (2011). "Opportunities in Haiti's Vetiver Industry." Réalisé pour le compte d'EcoVenture International.

The Sentinel. (2013). "Sources: There will not be an international airport in Les Cayes, South." <http://sentinel.ht/money/articles/economy/4015-sources-there-will-not-be-an-international-airport-in-les-cayes-south>

The Sentinel. (2014) "Haiti: Thousands protest for electricity in Aux Cayes." <http://sentinel.ht/news/articles/community/5626-haiti-thousands-protest-for-electricity-in-aux-cayes>

Truong, P, Tan Van, T, Pinner E. (2008). "Vetiver Systems Application, Technical Reference Manual". The Vetiver Network International. <http://www.betuco.be/coverfodder/Vetiver%20System%20%20Technical%20reference%20manual%202007.pdf>

PNUE Haiti. (2014). "Haiti Forest Energy Report." Initiative Côte Sud. Projet du MAE norvégien sur les chaînes d'approvisionnement de la dendroénergie.

Youngblood, Denise. (2015) "Haiti: Country Review." Country Watch. <http://www.countrywatch.com/Content/pdfs/reviews/B39M6MQ9.01c.pdf>

## APPENDICE A

# Estimation détaillée des coûts de chaque grande étape pour chaque modèle économique

Modèle	Étape 1: former 10 coopératives de charbon de vétiver	Étape 2: construire des usines de carbonisation et acquérir du matériel	Étape 3: former le personnel de base	Étape 4: identifier les ressources nécessaires, commencer la production	Étape 5: se procurer 20 tonnes de biomasse/jour	Étape 6: vendre 3 000 sacs/mois	Étape 7: former 10 nouvelles coopératives	Étape 8: construire de nouvelles usines de carbonisation, acquérir des appareils	Étape 9: former de nouveaux membres du personnel de base	Étape 10: identifier de nouvelles ressources, commencer la production	Étape 11: se procurer 40 tonnes de biomasse/jour	Étape 12: vendre 6 000 sacs/mois
Appartenance à une coopérative	Identifier les communautés (évaluer la production de feuilles), attirer des membres	500 fûts de 55 gallons chacun	1 responsable de la carbonisation, 1 responsable du briquetage, 1 responsable des ventes par coopérative (30 au total)	S'organiser avec les producteurs et acheter des feuilles, convenir du prix des racines avec les distilleries	Se procurer 2,16 tonnes de biomasse par jour/coopérative	Produire 360 sacs par coopérative	Identifier de nouvelles communautés (évaluer la production de feuilles)	500 fûts de 55 gallons chacun	1 responsable de la carbonisation, 1 responsable du briquetage, 1 responsable des ventes par coopérative	S'organiser avec les producteurs et acheter des feuilles, convenir du prix des racines avec les distilleries	Se procurer 2,16 tonnes de biomasse par coopérative, par jour	10 tonnes de charbon/jour
	Élire des dirigeants et identifier 30 membres du personnel/coopérative	200 presses de briquetage		Identifier des sources de liant	Poursuivre la sensibilisation des cultivateurs et des distillateurs	Vendre aux détaillants ruraux et aux foyers	Élire des dirigeants et recruter des membres	200 presses de briquetage	30 membres du personnel par coopérative	Identifier des sources de liant	Poursuivre la sensibilisation des cultivateurs et des distillateurs	Vendre aux grossistes ruraux, aux détaillants et aux foyers
Durée de l'étape (en mois)	5	10	4	5	8	3	3	6	2	5	8	1
Durée totale (en mois)	5	15	19	24	32	35	38	44	46	51	59	60
Coût de l'étape	95,000.00 \$	334,000.00 \$	190,050.31 \$	242,850.39 \$	413,940.63 \$	167,917.74 \$	167,917.74 \$	769,910.94 \$	185,303.65 \$	475,949.12 \$	808,894.59 \$	101,111.82 \$
Coût total (\$ EU)	95,000.00 \$	429,000.00 \$	619,050.31 \$	861,900.71 \$	1,275,841.34 \$	1,443,759.07 \$	1,611,676.81 \$	2,381,587.75 \$	2,566,891.40 \$	3,042,840.52 \$	3,851,735.11 \$	3,952,846.93 \$
Revenus mensuel	0	0	0	0	16,981.13 \$	25,471.70 \$	101,886.79 \$	101,886.79 \$	33,962.26 \$	101,886.79 \$	156,226.42 \$	50,943.40 \$
Revenus totaux	0.00 \$	0.00 \$	0.00 \$	0.00 \$	16,981.13 \$	42,452.83 \$	144,339.62 \$	246,226.42 \$	280,188.68 \$	382,075.47 \$	538,301.89 \$	589,245.28 \$

Modèle	Étape 1: Acquérir le matériel indispensable et embaucher le personnel	Étape 2: former le personnel	Étape 3: traiter 150 tonnes de biomasse/ mois	Étape 4: Identifier des sources d'approvisionnement en feuilles	Étape 5: se procurer 600 tonnes de biomasse/ jour	Étape 6: vendre 250 sacs/mois (7,5 tonnes)	Étape 7: se procurer 1200 tonnes de biomasse/mois	Étape 8: Produire et vendre 10 000 sacs de charbon/mois (15 tonnes/jour)
Appartenance à une distillerie	Matériel pour la pyrolyse et le briquetage	10 responsables	Utiliser les racines comme biomasse (le but étant de traiter 150 tonnes/mois)	Travailler avec les spéculateurs/coopératives partenaires pour former les cultivateurs à la récolte/au ramassage des feuilles	60% de racines et 40% de feuilles: 360 tonnes de racines et 240 tonnes de feuilles par mois	Être en rapport avec 40 clients grossistes	30% de racines et 70% de feuilles (400 tonnes de racines et 840 tonnes de feuilles)	Être en rapport avec 150 grossistes
	1 camion à benne	45 membres du personnel de l'usine (ligne de production fluide)	Trouver des sources de liant, tester des recettes			Continuer à trouver de nouvelles sources d'approvisionnement en feuilles	Pourra nécessiter une autre biomasse brute ou des racines en provenance d'autres distillateurs	Utiliser 400 tonnes de racines par mois et 840 tonnes de feuilles fournies par les cultivateurs
	1 véhicule polyvalent		Identifier les problèmes qui se posent au niveau des opérations	Identifier des grossistes, commencer à vendre des échantillons	But: vendre 1/4 des produits (1 250 sacs/mois)	Continue processing 600 tons biomass		
				Continuer à traiter 150 tonnes/mois			But: augmenter les ventes jusqu'à 300 sacs/jour	
Durée de l'étape	6	1	2	5	4	4	4	1
Durée totale	6	7	9	14	18	22	26	27
Coût de l'étape	775,000 \$	30,833 \$	66,167 \$	165,416.67 \$	168,933 \$	168,933 \$	228,933 \$	57,233 \$
Coût total	775,000.00 \$	805,833.33 \$	872,000.00 \$	1,037,416.67 \$	1,206,350.00 \$	1,375,283.33 \$	1,604,216.67 \$	1,661,450.00 \$
Revenus mensuels	0	0	0	0	42,452.83 \$	169,811.32 \$	203,773.58 \$	84,905.66 \$



Modèle	Étape 1: Acquérir le terrain et le matériel indispensable, construire l'usine	Étape 2: embaucher et former le personnel de base	Étape 3: Identifier les ressources, commencer la production	Étape 4: Créer une marque et commencer la commercialisation et les ventes	Étape 5: se procurer 150 tonnes de biomasse/semaine	Étape 6: vendre 250 sacs/jour (7,5 tonnes)	Étape 7: vendre 4 050 marmites supplémentaires par jour	Milestone 8: Source 300 tons of biomass/ week (1200 /month)	Étape 9: vendre 300 sacs et 6 000 marmites par jour (15 tonnes)
Appartenance à un tiers	Matériel pour la pyrolyse et le briquetage Matériel pour la pyrolyse et le briquetage	10 responsables	Acheter des racines à 2 distilleries (but = 150 tonnes/mois) et du liant	Conditionnement de la marque	100% de racines. Signer des contrats d'achat avec toutes les grandes distilleries d'huile (50 t/semaine pour les plus grandes, 10-20 t/semaine pour les plus petites)	Être en rapport avec 50 grossistes et acheteurs institutionnels	Être en rapport avec 75 détaillants	250 tonnes de racines en provenance de distillateurs, 50 tonnes de feuilles de vétiver en provenance de 5 coopératives	Être en rapport avec 100 grossistes et 150 détaillants
		45 membres du personnel de l'usine (ligne de production fluide: personnel formé à tous les aspects de la production)	Débuter les opérations et optimiser la ligne de production	Début de la publicité	Commencer à contacter les coopératives	Identifier 5 coopératives en mesure de fournir des feuilles	Ouvrir 2 dépôts aux Cayes		Utiliser 1 000 tonnes de racines par mois et 200 tonnes de feuilles de vétiver
Durée de l'étape	2 camions à benne, 2 véhicules polyvalents	2	Débuter les opérations et optimiser la ligne de production	Formation à la vente	Commencer à contacter les coopératives	Se procurer 200 tonnes de biomasse par semaine (100% de racines)	Commencer à acheter auprès des coopératives	Chercher à vendre 300 sacs et 4 050 marmites de charbon/jour	Vendre du charbon 500 grd/sacs de 30 kilos et 20 grd/marmite
		6	1	1	2	1	2	3	1
Durée totale	6	8	9	10	12	13	15	18	19
Coût de l'étape	891,000 \$	63,667 \$	35,133 \$	35,883 \$	78,367 \$	50,183 \$	110,367 \$	178,426 \$	59,475 \$
Coût total	891,000.00 \$	954,666.67 \$	989,800.00 \$	1,025,683.33 \$	1,104,050.00 \$	1,154,233.33 \$	1,264,600.00 \$	1,443,026.00 \$	1,502,501.33 \$
Revenus mensuels	0	0 \$	0 \$	0 \$	\$28,301.89	47,169.81 \$	155,471.70 \$	174,339.62 \$	101,886.79 \$
Revenus totaux	0	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$28,301.89	\$75,471.70	\$230,943.40	405,283.02 \$	507,169.81 \$

# Méthodologie complète et résultats des essais de charbon de vétiver

## Étape 1: pyrolyse

Préparer la biomasse:

- Noter le nombre de jours entre la distillation et la pyrolyse et le niveau d'humidité des racines brutes et des feuilles (utiliser un humidimètre si disponible)

Tester 10 fûts de biomasse:

- 6 lots constitués uniquement de racine ayant subi un traitement
- 3 lots constitués uniquement de feuilles
- 2 lots d'un mélange feuilles/racines

Inscrire pour chaque lot la qualité du charbon, le rendement, le temps de combustion et la fumée émise:

Lot	Durée de la carbonisation	Rendement du charbon (en kg/fût)	Qualité du charbon	Notes (fumée émise, etc.)
Lot #1 Racines	2 heures	5.6 kg	3	"fumée normale"
Lot #2 Racines	1 h 45 m	5.55 kg	3	""
Lot #3 Racines	2 h 10 m	5.6 kg	3	""
Lot #4 Racines	1 h 58 m	5.5 kg	3	""
Lot #5 Racines	1 h 56 m	5.6 kg	3	""
Lot #6 Racines	2 h 03 m	5.57 kg	3	""
Lot #1 Feuilles	54 m	3 kg	5	""
Lot #2 Feuilles	1 h 05 m	2.7 kg	5	""
Lot #3 Feuilles	47 m	2.9 kg	5	""
Lot #1 Racines/Feuilles	1 h 06 m	5.6 kg	4	""
Lot #2 Racines/Feuilles	1 h 14 m	5.6 kg	4	""

## Étape 2: briquetage

Des briquettes de test ont été réalisées en petits lots, comme suit:

- 1 lot de charbon issu de racines de vétiver
- 1 lot de charbon issu de feuilles
- 1 lot de charbon issu d'un mélange 50/50 feuilles/racines
- 1 lot de charbon issu d'un mélange 50/50 racines de vétiver /bagasse

Note consistency/texture after mixer, look, texture, density after briquetting, drying time, and density of dried briquette:

Lot	Consistance après mixage	Consistance après briquetage	Temps de séchage	Poids de 100 briquettes séchées
Lot #1 Racines	Fine	Inconsistant	5 heures	2.8 kg
Lot #2 Racines/Bagasse	""	Inconsistant	5 heures	2.0 kg
Lot #3 Racines/Feuilles	""	Inconsistant	5 heures	2.8 kg
Lot #4 Feuilles	""	Très bonne	5 heures	1.4 kg

### Étape 3: essais de cuisson

Utilisation de chacun des 4 lots de l'étape 2 pour tester la facilité d'allumage, l'intensité de la production de chaleur (le temps nécessaire pour atteindre l'ébullition), la durée de la production de chaleur, la production de fumée, la production de cendres et la satisfaction globale:

Lot	Temps nécessaire à l'allumage	Temps nécessaire pour porter 1 litre d'eau à ébullition	Durée de la combustion	Production de fumée	Quantité de cendres	Satisfaction globale concernant la cuisson
#1 Briquettes de racines	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N'a pas fonctionné
#2 Briquettes de racines/bagasse	Difficile	N/A	N/A	N/A	N/A	N'a pas fonctionné
#3 Briquettes de racines/feuilles	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N'a pas fonctionné
#4 Briquettes de feuilles	5 min	7 min	1 h 15 m	Normale	Normale	A bien fonctionné