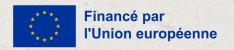


# ÉTUDE SUR LA MANGUE TRANSFORMÉE







La présente publication à été développée par le programme Fit For Market +, mis en œuvre par le COLEAD dans le cadre de la Coopération au développement entre l'Organisation des États d'Afrique, des Caraïbes et du Pacifique (OEACP) et l'Union européenne (UE). Il convient de noter que les informations présentées ne reflètent pas nécessairement le point de vue de ses bailleurs de fonds.

La présente publication a également été développée par le programme Fit For Market SPS, mis en œuvre par le COLEAD dans le cadre de la Coopération au développement entre l'Organisation des États d'Afrique, des Caraïbes et du Pacifique (OEACP) et l'Union européenne (UE). Il convient de noter que les informations présentées ne reflètent pas nécessairement le point de vue de ses bailleurs de fonds.

Cette publication fait partie intégrante d'une collection de ressources du COLEAD, qui se compose d'outils et de matériels pédagogiques et techniques, en ligne et hors ligne. L'ensemble de ces outils et méthodes est le résultat de plus de 20 années d'expérience et a été mis en place progressivement à travers des programmes d'assistance technique mis en œuvre par le COLEAD, notamment dans le cadre de la coopération au développement entre l'OEACP et l'UE.

L'utilisation de désignations particulières de pays ou de territoires n'implique aucun jugement de la part du COLEAD quant au statut légal de ces pays ou territoires, de leurs autorités et institutions ou de la délimitation de leurs frontières.

Le contenu de cette publication est fourni sous une forme « actuellement disponible ». Le COLEAD ne donne aucune garantie, directe ou implicite, concernant l'exactitude, l'exhaustivité, la fiabilité, la pertinence de l'information à une date ultérieure. Le COLEAD se réserve le droit de modifier le contenu de cette publication à tout moment, sans préavis. Le contenu peut contenir des erreurs, des omissions ou des inexactitudes, et le COLEAD ne peut garantir l'exactitude ou l'exhaustivité du contenu.

Le COLEAD ne peut garantir que le contenu de cette publication sera toujours à jour ou qu'il conviendra à des fins particulières. Toute utilisation du contenu se fait aux risques et périls des utilisateurs, qui sont seuls responsables de leur interprétation et de leur utilisation des informations fournies.

Le COLEAD décline toute responsabilité en cas de préjudice, de quelque nature que ce soit, résultant de l'utilisation ou de l'impossibilité d'utiliser le contenu de cette publication, y compris mais sans s'y limiter, les dommages directs, indirects, spéciaux, accessoires ou consécutifs, la perte de profits, la perte de données, la perte d'opportunité, la perte de réputation, ou toute autre perte économique ou commerciale.

Cette publication peut contenir des hyperliens. Les liens vers des sites / plates-formes autres que ceux de COLEAD sont fournis uniquement à titre d'information sur des sujets qui peuvent être utiles au personnel du COLEAD, à ses partenaires-bénéficiaires, à ses bailleurs de fonds et au grand public. Le COLEAD ne peut pas et ne garantit pas l'authenticité des informations sur Internet. Les liens vers des sites / plates-formes autres que ceux de COLEAD n'impliquent aucune approbation officielle ou responsabilité quant aux opinions, idées, données ou produits présentés sur ces sites, ni aucune garantie quant à la validité des informations fournies

Sauf indication contraire, tout le matériel contenu dans la présente publication est la propriété intellectuelle du COLEAD et est protégée par des droits d'auteur ou autres droits similaires. Ce contenu étant compilé exclusivement à des fins éducatives et/ou téchniques, la publication peut contenir des éléments protégés par des droits d'auteur dont l'utilisation ultérieure n'est pas toujours spécifiquement autorisée par le titulaire de ces droits.

La mention de noms de sociétés ou de produits spécifiques (qu'ils soient ou non indiqués comme enregistrés) n'implique aucune intention de porter atteinte aux droits de propriété et ne doit pas être interprétée comme une approbation ou une recommandation de la part du COLEAD.

La présente publication est publiquement disponible et peut être librement utilisée à condition que la source soit mentionnée et/ou que la publication reste hébergée sur l'une des plateforme du COLEAD. Cependant, il est strictement interdit à toute tierce partie de représenter ou laisser entendre publiquement que le COLEAD participe à, ou a parrainé, approuvé ou endossé la manière ou le but de l'utilisation ou la reproduction des informations présentées dans la présente publication, sans accord écrit préalable du COLEAD. L'utilisation du contenu de la présente publication par une tierce partie n'implique pas une quelconque affiliation et/ou un quelconque partenariat avec le COLEAD.

De même, l'utilisation d'une marque commerciale, marque officielle, emblème officiel ou logo du COLEAD, ni aucun de ses autres moyens de promotion ou de publicité, est strictement interdite sans le consentement écrit préalable du COLEAD. Pour en savoir plus, veuillez contacter le COLEAD à l'adresse network@colead.link.









Ce document est un chapitre qui s'inscrit dans l'étude de secteur sur la mangue. Cette étude explore la faisabilité technique et économique des différentes activités de transformation et de valorisation des déchets. Les autres chapitres sont disponibles ici : <u>resources.colead</u>

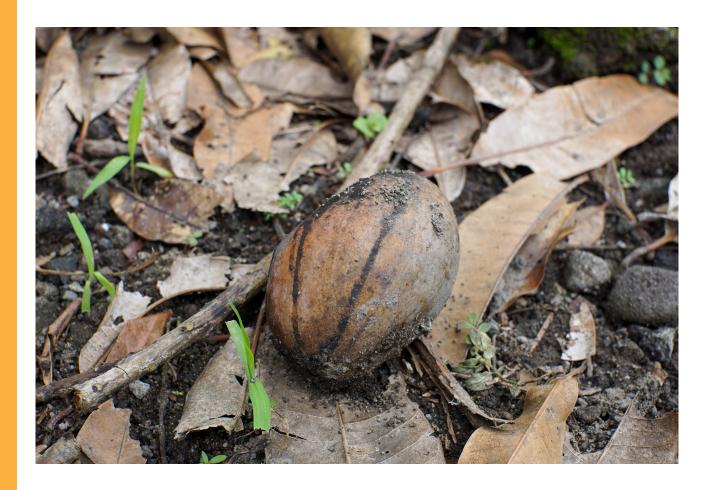
# Table des matières

	OU'ES1-0	LE QUE LES BRIQUETTES DE MANGUE ?	2			
2		)E				
	2.1 Tendances du marché					
	2.1.1	Utilisation domestique	3			
	2.1.2	Vendeurs de rue				
	2.1.3	Application industrielle	4			
	2.2 Prix r	elatifs	<u>4</u>			
	2.3 Critè	res d'achat	5			
	2.3.1	Combustibilité	5			
	2.3.2	Manutention, logistique et entreposage	6			
	2.4 Tenda	ances du marché	6			
	2.4.1	Pauvreté énergétique	6			
	2.4.2	Sources d'énergie mixtes	7			
	2.4.3	Déforestation	7			
	2.4.4	Urbanisation	7			
	2.4.5	Vendeurs de rue	7			
3	APPROV	ISIONNEMENT	8			
	3.1 Com	ment ces produits arrivent-ils sur le marché, quelle est la structure				
	de la	chaîne de valeur ?	8			
	3.2 Saiso	nnalité	8			
	3.3 Techr	nologie, processus et techniques	9			
	3.3.1	Liants	9			
	3.3.2	Processus de production	10			
	3.4 Équip	pement	11			
4	INGRÉDI	ENTS DE SUCCÈS	13			
	4.1 Pas é	conomiquement viable	13			
	4.2 Résumé des problèmes et opportunités					

# 1. Qu'est-ce que les briquettes de mangue?

Les briquettes sont fabriquées à partir de déchets de mangue. Elles sont une source alternative de combustible qui peut remplacer l'électricité, le gaz ou même le bois de chauffage. Elles sont utilisées pour alimenter les poêles des ménages et les chaudières de l'industrie. Les briquettes peuvent être fabriquées à partir de divers déchets agricoles, qui sont densifiés puis séchés pour pouvoir servir de combustible.

Les briquettes de mangue sont une nouvelle option encore peu exploitée. Leur principal ingrédient est le noyau de mangue. Ce dernier est broyé et séché, puis un liant est ajouté. Le produit est ensuite pressé en forme de briquette.



## 2. Demande

## 2.1 Tendances du marché

L'énergie représente un défi majeur dans une grande partie du monde en développement. En Afrique, l'accès à l'électricité reste un privilège : 645 millions d'Africains n'ont pas accès à l'électricité. Dans la majeure partie de la Communauté de développement de l'Afrique australe (SADC), environ un tiers de la population n'est pas raccordée au réseau électrique.

Les alimentations en électricité sont aussi parfois instables. Les coupures de courant sont monnaie courante dans de nombreux pays. Il n'est donc pas étonnant que les projets liés à l'électrification, aux énergies renouvelables, au LPG (gaz de pétrole liquéfié) et aux sources de combustible figurent parmi les priorités d'un grand nombre de gouvernements et d'agences de développement du continent. Ces projets font face à des défis de taille. Le manque de financement et de poteaux électriques dans de nombreux pays compromet la capacité à élargir le réseau électrique suffisamment rapidement pour répondre à la demande.

Les ménages et l'industrie sont donc mis au défi de trouver leurs propres solutions à leur crise énergétique, au moins à court terme.

### 2.1.1 Utilisation domestique

Le combustible dominant dans les zones rurales est encore le bois de chauffage. Il est généralement récolté par les femmes et les enfants et est donc considéré comme gratuit. Tout produit qui doit être acheté aura du mal à concurrencer le bois de chauffage, malgré les nombreux inconvénients de ce dernier, comme le temps perdu à trouver du bois et à l'acheminer jusqu'au foyer, le temps nécessaire pour préparer un feu, la fumée et la crasse. Cependant, aucun de ces inconvénients n'affecte en premier lieu les hommes, qui sont les principaux décideurs des ménages ruraux.

Les consommateurs péri-urbains et urbains plus pauvres utilisent généralement du charbon de bois, qu'il faut acheter. C'est surtout dans ces foyers que les briquettes de mangue pourraient remplacer le charbon de bois, pour autant qu'elles soient moins chères, qu'elles se consument mieux et plus longtemps ou qu'elles soient plus faciles à utiliser.

Les consommateurs urbains plus aisés cuisinent généralement au gaz ou, dans certains cas, à l'électricité, et il sera difficile de les convaincre de revenir à un feu ouvert. Le gaz est beaucoup plus facile à utiliser que les briquettes. Cependant, si les briquettes étaient beaucoup moins chères que le gaz, elles pourraient peut-être remplacer une petite partie de celui-ci. Les prix records actuels du gaz pourraient faire pencher la balance en faveur des briquettes.

Au cours de la dernière décennie, une grande partie de la population de nombreux pays est passée du bois de chauffage ou du charbon de bois au gaz. Cette tendance est due à la déforestation : comme le bois est plus rare, le charbon est plus cher. Les producteurs de charbon de bois doivent parcourir de plus longues distances pour trouver du bois, ce qui augmente le prix du charbon. Le gaz est en outre de plus en plus subventionné et promu comme alternative au charbon. Au Ghana, par exemple, la part de marché du gaz est passée de 2 % en 1995 à 25 % en 2020.

## 2. Demande

### 2.1.2 Vendeurs de rue

Un autre marché potentiel pour les briquettes serait les vendeurs de rue, qui préfèrent d'ordinaire le charbon de bois de résineux qui est facile à allumer pour une préparation rapide des repas.

### 2.1.3 Application industrielle

Enfin, il existe un marché industriel. De nombreuses usines de transformation alimentaire ont besoin d'eau chaude, de vapeur ou d'air chauffé, généré(e) dans des chaudières industrielles. Dans ce marché, les déchets de mangue concurrenceraient les coquilles de noix de cajou, les écorces de noix de coco, le bois de chauffage, les déchets de canne à sucre, les balles de riz et d'autres types de biomasse. Pour ce marché, les flammes, les odeurs et la facilité de combustion sont moins importantes, car le combustible est ajouté dans un grand feu qui brûle en continu dans une chambre de combustion. Le pressage des déchets de mangue en forme de briquette n'est pas non plus nécessaire. Le pouvoir calorifique et le coût sont les facteurs clés, de même que les résidus post-combustion. Cependant, le prix est un obstacle majeur, car une grande partie de la biomasse actuellement utilisée peut être obtenue gratuitement. Les coûts sont aussi limités par le coût de transport. La plupart des rizeries et usines de noix de cajou ne savent que faire de leurs déchets.

## 2.2 Prix relatifs

Les briquettes constituent un substitut direct au charbon de bois. Pour acquérir une part du marché, le produit doit donc offrir la même performance à un prix plus bas, ou une meilleure performance au même prix. Mais dans de nombreuses régions d'Afrique, les prix du charbon sont si faibles qu'ils sont difficiles à concurrencer. Le coût de production d'une tonne de briquettes en Afrique s'élève à 21 dollars, contre environ 9 dollars pour le combustible de bois. En Afrique du Sud, par exemple, un sac de 4 kg de bois de chauffage se vend à environ 1,5 dollar et 0,25 kg de charbon de coquilles de noix de coco, à 3,5 dollars.

Les briquettes doivent être vendues aux mêmes prix que le charbon. Dans la mesure où le charbon est lourd et volumineux et où il a une faible valeur au poids ou au volume, les coûts de transport constituent un élément de coût important. De nombreux intermédiaires sont aussi souvent impliqués. Un producteur peut vendre directement le long de la route, ou bien vendre à un négociant qui transportera le produit dans une zone urbaine. Les négociants vendent aux détaillants, qui vendent aux consommateurs. En raison de cette chaîne d'intermédiaires, le charbon de bois est souvent deux fois plus cher dans les villes que dans les zones rurales.

Il est difficile de comparer les prix d'un pays à l'autre, car le charbon est généralement vendu au volume (sac) plutôt qu'au poids. La taille des sacs peut varier. De plus, le poids dépend du type de bois utilisé et du degré de calcination/carbonisation.

À titre indicatif, le prix moyen du charbon au Ghana s'élevait à 1,2 GHS (0,14 euro) par kg en 2020 – de 0,8 GHS à Tamale à 1,6 GHS à Accra. Au Burkina Faso, les prix actuels (2022) s'élèvent à 0,10 €/kg dans les régions rurales productrices de mangue et peuvent atteindre le double dans la capitale. Cependant, le prix de vente pour un producteur peut être de seulement 0,05 €/kg.

En Afrique du Sud, le charbon de bois et les briquettes sont beaucoup plus chers ; ils sont vendus au poids, à environ 0,70 €/kg. Dans la plupart des chaînes de valeur, les détaillants, les grossistes et le transport et la logistique représentent deux tiers du prix de détail. Un producteur

touchera probablement environ un tiers du prix de vente. Après déduction des marges de détail et de gros et des coûts de transport, nous estimons le prix de vente des briquettes à la sortie de l'usine en Afrique du Sud à environ 0,23 €/kg. La différence de prix s'explique très probablement par le fait que le charbon de bois et les briquettes sont plus souvent produits par des entreprises formelles qui récoltent le bois légalement et doivent le payer.

Concurrencer le charbon fabriqué à partir de bois d'origine illégale relèvera donc sans conteste du défi. Si les contrôles gouvernementaux sur l'utilisation de bois d'origine illégale pour la production de charbon sont mieux mis en œuvre, ou si l'offre de bois continue de baisser, nous pouvons nous attendre à une augmentation des prix du charbon. Cela pourrait créer une meilleure opportunité pour les briquettes de mangue, mais ce n'est pas le cas aujourd'hui.

## 2.3 Critères d'achat

La plupart des ménages et même les entreprises utilisent un mix de sources d'énergie au jour le jour. Il peut s'agir de bois de chauffage, de briquettes, de charbon de bois de feuillus ou de résineux, ou même de gaz et d'électricité. Ils sélectionnent avec soin la source d'énergie qu'ils utiliseront à chaque occasion, en fonction de leur budget ou de la disponibilité de celle-ci tout au long de la semaine ou de l'année.

Le bois de chauffage, les briquettes et tout autre matériau de cuisson et de chauffage à feu ouvert sont tous semblables. Les acheteurs ont donc des critères d'achat similaires pour évaluer la qualité et les avantages des briquettes. La plupart recherchent avant tout un matériau combustible, c'est-à-dire qui se consume facilement, diffuse beaucoup de chaleur, peut brûler longtemps et dégage peu de fumées ou de mauvaises odeurs. Ils tiennent également compte de la facilité de manutention, de transport et d'entreposage du matériau.

#### 2.3.1 Combustibilité

La question de la combustibilité n'est pas si simple qu'il n'y paraît. Peu de matériaux présentent toutes les qualités susmentionnées. Les acheteurs doivent donc faire des compromis lorsqu'ils choisissent quel type de source de combustible pour feu ouvert acheter. Idem pour le choix du type de briquette, ou même du fournisseur de briquettes.

C'est en grande partie dû au fait que les caractéristiques de combustibilité auxquelles les acheteurs accordent la priorité varient d'un contexte à l'autre. Par exemple, les vendeurs de rue ghanéens semblent préférer le charbon de bois de résineux, qui est facile à allumer et arrive rapidement à température. Si un client arrive et qu'ils n'ont pas d'assistant pour surveiller le feu pendant qu'il monte en température, ils doivent pouvoir allumer rapidement le feu. Dans les ménages, ce besoin d'une source de combustible rapide est moins criant. Le feu peut en effet être allumé à l'avance. Dans certains foyers, ce sont les enfants qui sont chargés de surveiller le feu. Un charbon de bois de feuillus à combustion plus lente, une briquette dense ou même du bois de chauffage peut tout aussi bien faire l'affaire.

Les ménages ont aussi des préférences différentes d'un jour à l'autre en fonction de ce qu'ils cuisent. Par exemple, l'utilisation d'un charbon de bois de résineux pour cuire un poulet n'est pas idéale. Ce charbon arrive rapidement à température, mais il ne diffuse pas longtemps la chaleur. Dans ce cas, il est préférable d'utiliser des briquettes dures ou un charbon de bois de feuillus, qui diffuse de la chaleur pendant les 40 à 60 minutes nécessaires à la cuisson complète du poulet.

## 2. Demande

Ces préférences variables compliquent la situation pour les fabricants de briquettes de mangue. Il y a beaucoup de possibilités, mais aucune réponse claire, quant à la combustibilité d'une briquette de mangue. Et l'expérience du marché n'est pas suffisante pour évaluer le prix acceptable pour les consommateurs. C'est l'utilisation finale de la briquette et de ce que leurs clients achètent qui compte. Il est donc important que les producteurs de briquettes de mangue aient une idée claire des usages dominants du bois de chauffage, du charbon et des briquettes. Ils doivent ensuite décider s'ils produisent une briquette dense à combustion lente, une briquette plus tendre et plus combustible, ou une gamme de briquettes pour différents clients et utilisations finales. Des recherches plus poussées et idéalement un marché test sont nécessaires pour apporter des réponses claires à cette question.

### 2.3.2 Manutention, logistique et entreposage

Une briquette de qualité doit être facile à manutentionner. Elle doit être suffisamment dure (dense) pour rester intacte pendant le transport et l'entreposage. On parle de « faible friabilité ». Par ailleurs, le matériau ne peut pas absorber beaucoup d'humidité de l'air et doit résister au moins partiellement aux pluies légères ou aux petites éclaboussures d'eau. Mais ici aussi, il faut faire des compromis. Si la briquette est trop compacte et trop dure, elle n'aura pas une bonne combustibilité et ne sera donc pas facile à allumer. Mais si elle trop tendre, elle s'effritera durant la manutention.

Le défi des fabricants de briquettes est de trouver le juste milieu entre dureté et tendreté : la briquette doit être suffisamment dure pour résister aux rigueurs de la fabrication, du conditionnement et du transport, mais suffisamment tendre pour permettre une bonne combustion. Ce juste milieu n'est pas vraiment clair. Il dépend aussi du degré de manutention, de transport, d'empilage et d'entreposage requis. Une briquette vendue localement en petits paquets peut être plus tendre et plus friable. Mais si la briquette doit être chargée dans un camion et transportée vers des centres urbains éloignés, elle doit être plus dure et plus résistante.

C'est très tributaire du marché. La fabrication commerciale de briquettes de mangue est encore relativement nouvelle et non testée, surtout à grande échelle. Il est donc pratiquement impossible d'avoir une idée précise des caractéristiques spécifiques créées par telle ou telle recette. Les recettes et le prix que les acheteurs sont disposés à payer doivent être testés dans des conditions de marché réelles.

## 2.4 Tendances du marché

### 2.4.1 Pauvreté énergétique



Bon nombre de gouvernements ont investi dans l'élargissement de l'accès au LPG, au gaz et à l'électricité. Dans certains pays, comme en Tanzanie, les progrès ont été rapides. Toutefois, de nombreux ménages moins aisés n'ont pas accès à ces sources d'énergie ou n'ont pas les moyens de les utiliser tout le temps en raison de leur prix encore trop élevé. Les feux ouverts jouent alors un rôle important pour chauffer et éclairer les foyers et pour cuire les aliments. Même les ménages électrifiés, ou ceux qui ont accès au LPG, peuvent utiliser des sources de combustible différentes, en fonction du rapport coûtefficacité et de la commodité. L'utilisation du gaz s'avère judicieuse

pour les aliments qui demandent peu de temps de cuisson, comme les œufs au plat. Le bois de chauffage et les briquettes sont plus économiques pour les aliments qui cuisent plus lentement, comme les haricots.<sup>1</sup>

### 2.4.2 Sources d'énergie mixtes

Les ménages et les entreprises d'Afrique ont tendance à utiliser une combinaison de sources d'énergie, l'électricité et d'autres combustibles étant souvent trop chers ou trop peu fiables. Dans certains pays, des combustibles bon marché, comme le bois de chauffage et les briquettes, sont nécessaires pour ne pas dépasser les maigres budgets alloués à l'énergie. Cette tendance est surtout marquée en temps de crise



économique ; depuis le début de la pandémie de Covid-19 et dans le contexte actuel de conflit entre la Russie et l'Ukraine, la balance penche de plus en plus en faveur des briquettes.

### 2.4.3 Déforestation

La déforestation croissante complique l'accès au bois de chauffage pour de nombreux ménages ruraux. Le bois de chauffage, qui est le combustible domestique le plus abordable, présente plusieurs inconvénients. Pour les personnes qui le récoltent, il est souvent difficile à trouver. La déforestation est un défi majeur dans la plupart des régions d'Afrique. Le Ghana, par exemple, afficherait le plus haut taux de déforestation au monde. Cette situation oblige ceux qui récoltent le bois, principalement les femmes, à aller toujours plus loin pour trouver de nouvelles sources de bois de chauffage.



### 2.4.4 Urbanisation



Les habitants des villes ont un accès limité au bois de chauffage. Ceux qui recherchent des combustibles meilleur marché peuvent se tourner vers les briquettes. La tendance à l'urbanisation est encore forte sur une grande partie du continent, ce qui laisse présager une augmentation de la demande de combustibles abordables comme les briquettes.

### 2.4.5 Vendeurs de rue

Les vendeurs de rue, qui vendent pour la plupart des viandes, du poisson ou du poulet grillés, ont besoin de briquettes pour leur activité. La demande de viande augmente dans la plupart des pays africains, ce qui crée de nombreuses opportunités pour les vendeurs de rue de nourriture. L'augmentation des populations urbaines et l'émergence d'une classe moyenne dans certains centres urbains créent des opportunités pour les entreprises capables de fournir des briquettes bon marché, relativement propres et qui dégagent peu de fumées et d'odeurs.



Netshipise, L.F. and Semenya, K. (2022) 'Evaluating factors influencing firewood consumption in households at the Thulamela Local Municipality, South Africa'. Journal of Energy in Southern Africa, 33(2): 48–62. <a href="https://dx.doi.org/10.17159/2413-3051/2022/v33i2a9741">https://dx.doi.org/10.17159/2413-3051/2022/v33i2a9741</a>

## 3. Approvisionnement

# 3.1 Comment ces produits arrivent-ils sur le marché, quelle est la structure de la chaîne de valeur?

Dans la mesure où la production de briquettes est très différente du business model des transformateurs de mangue et où elle a lieu à un moment de l'année où ceux-ci sont très occupés, il est sans doute préférable de laisser cette activité à un investisseur distinct. Dans ce cas, l'entreprise de briquettes collecterait les déchets auprès des usines, les transformerait en briquettes, puis vendrait celles-ci à des grossistes. Ces grossistes ou distributeurs vendraient à leur tour les briquettes à des détaillants, comme des magasins de proximité, des marchands ambulants ou des vendeurs de rue. Il s'agit là d'une structure courante pour les combustibles, qui pourrait donc être une approche sensée pour les briquettes de déchets de mangue.

Le transformateur pourrait aussi produire des briquettes pour un acheteur industriel spécifique.

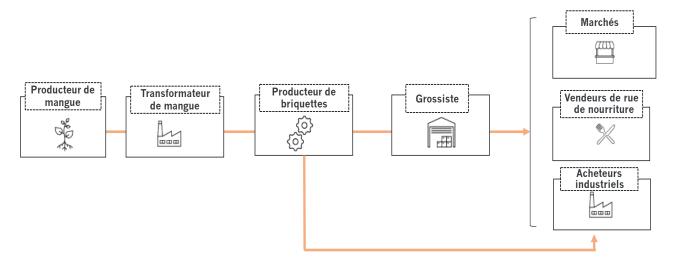


Figure 1. Aperçu de la chaîne de valeur des briguettes

## 3.2 Saisonnalité

Les briquettes de déchets de mangue ne subissent pas directement la saisonnalité : une fois bien emballées et entreposées dans un lieu adéquat, elles se conservent plus de six mois. Néanmoins, la production de briquettes de déchets de mangue dépend de la saison de la mangue.

Il y a généralement deux saisons de la mangue – une petite et une grande. La transformation de la mangue a lieu durant ces saisons ; c'est donc aussi à ce moment-là que les déchets sont disponibles. En dehors de ces saisons de récolte, peu de déchets sont disponibles, sauf auprès des transformateurs qui s'approvisionnent en mangues à l'échelle régionale, qui ont une plus longue période de production.

Le tableau I (à la page suivante) présente les petite et grande saisons de quelques pays africains et indique donc quand les déchets de la production locale sont disponibles. Il est important de noter que la durée de la saison peut ne pas refléter le volume de déchets disponibles ; celui-ci dépend de l'échelle de production et du degré de transformation du fruit mûr.

Tableau 1. Calendrier de la saison de la manque dans divers pays producteurs

		J	F	М	Α	М	J	J	Α	S	0	N	D
Sénégal													
Burkina Faso													
Mali													
Côte d'Ivoire													
Ghana													
Afrique du Sud													
Kenya													
	Grande saison												
	Petite saison												

## 3.3 Technologie, processus et techniques

Les briquettes sont généralement fabriquées avec trois ingrédients : la source de combustible principale, un liant pour que la briquette ne soit pas friable, et un additif chimique qui est parfois ajouté pour faciliter l'allumage. Le tableau 2 présente quelques exemples de ces ingrédients.

Tableau 2. Exemple d'ingrédients utilisés dans la production de briquettes

Source de combustible principale	Liant	Additifs chimiques			
<ul> <li>Écorces de noix de</li> </ul>	Liants optimaux :	Agent d'allumage :			
сосо	<ul> <li>Amidon de manioc</li> </ul>	<ul> <li>Nitrate de sodium</li> </ul>			
<ul><li>Peau de mangue</li></ul>	<ul><li>Amidon de riz</li></ul>	<ul><li>Sciure</li></ul>			
<ul><li>Biochar</li></ul>	<ul> <li>Amidon de maïs</li> </ul>				
<ul> <li>Coquilles de noix de</li> </ul>		Agent de blanchiment :			
cajou	Liants sous-optimaux :	<ul><li>Borax</li></ul>			
<ul> <li>Balles de riz</li> </ul>	<ul> <li>Gomme d'acacia (arabique)</li> </ul>	<ul> <li>Nitrate de sodium</li> </ul>			
	<ul> <li>Mélasse</li> </ul>				
	<ul><li>Ciment</li></ul>				
	<ul><li>Argile</li></ul>				
	<ul><li>Goudron</li></ul>				

### 3.3.1 **Liants**

Les matériaux riches en lignine sont des liants optimaux, étant donné que la lignine est insoluble dans l'eau et stable et qu'elle peut faire office de « colle » pour les différents ingrédients utilisés dans la recette. La lignine est aussi combustible.

L'amidon et la farine de bois, de pomme de terre, de maïs et de blé sont riches en lignine, même si les sources de légumes ont tendance à l'être moins. D'autres liants peuvent être envisagés, comme l'argile, la gomme arabique et la mélasse.

Le liant doit être sélectionné avec soin, car il peut aussi être une source de fumées, d'odeurs désagréables et de mauvais allumage et combustion, ce qui, dans certains contextes, pourrait ne pas être toléré par l'acheteur.

## 3. Approvisionnement

### 3.3.2 Processus de production



Figure 2. Étapes types de la production de briquettes de biomasse

## Étape 1 : Réception des matières premières

Les déchets de mangue sont réceptionnés à l'usine. Ils sont ensuite triés, et les noyaux sont séparés des déchets. Ils deviendront la matière première principale des briquettes. Les briquettes peuvent aussi être produites avec d'autres déchets agricoles ou même du biochar. Dans ce cas, ces matières premières sont également réceptionnées à l'usine. Certaines matières premières doivent d'abord être carbonisées : elles sont brûlées pour créer un biochar prêt à être utilisé dans la recette finale de la briquette.<sup>2</sup>

### Étape 2 : Séparation de la coque du noyau et de la graine

Pour produire des briquettes de déchets de mangue de qualité, il est important de gérer la teneur en eau du produit. La coque du noyau est donc séparée de la graine. Cette étape est en général manuelle. Elle permet aux transformateurs de retirer la graine, qui peut être utilisée pour la production d'huile. La coque est ensuite séchée. Le séchage peut avoir lieu au soleil ou à l'aide d'un séchoir – du moins en théorie. Dans la plupart des régions d'Afrique, la mangue se récolte pendant la saison humide ; le séchage au soleil est donc une piste compliquée pour la plupart des entreprises. Il requiert également beaucoup d'espace et de temps.

## Étape 3 : Broyage et liaison

La matière première (coque du noyau de mangue) est broyée et les matériaux sont mixés. Plus le matériau obtenu est fin, plus la liaison sera facile. De l'eau et un liant peuvent être ajoutés à ce stade. Pour les briquettes de mangue, les liants sont peut-être superflus, compte tenu de la lignine présente dans la coque du noyau. Cependant, des tests supplémentaires sont nécessaires afin de déterminer si le produit pourrait alors supporter le transport et la manutention de l'usine jusqu'au marché final. Cela dépend de l'entreprise et de ses clients. Une liaison peut également être requise en cas d'ajout d'ingrédients supplémentaires comme des coquilles de noix de cajou ou des balles de riz paddy.

## Étape 4 : Compactage

La matière première est idéalement formée à l'aide d'une méthode de pressage à chaud. Elle est chargée dans une machine de biomasse, qui lie encore plus les matériaux et forme la briquette. Les briquettes de noix de cajou – plus connues que les briquettes de mangue – mesurent en moyenne 5,5 cm de diamètre et 10 cm de long, ce qui peut servir de référence pour la taille et la forme des briquettes de déchets de mangue.

La méthode de pressage à froid, qui consiste à utiliser une presse à vis et la pression pour former la briquette, a été testée. Cette technique n'est peut-être pas adaptée à la production de briquettes de déchets de mangue, surtout si aucun liant n'est utilisé dans la formulation de la recette.

## Étape 5 : Séchage des briquettes

Les briquettes sont ensuite séchées au soleil. Certaines entreprises pourraient utiliser des séchoirs spéciaux, mais cette mécanisation augmenterait le prix des briquettes.

<sup>2</sup> Sawadogo, M., Tchini, S., Tanoh, S. et al. (2018) Cleaner production in Burkina Faso: case study of fuel briquettes made from cashew industry waste. Journal of Cleaner Production, 195: 1047-1056. https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.05.261

# 3.4 Équipement

La production de briquettes de mangue exige un équipement important :

- coupeuse de coque de noyau de mangue, pour ouvrir le noyau et extraire la graine intérieure ;
- broyeur pour broyer les noyaux de mangue et les mélanger aux autres ingrédients ;
- éventuellement un mixeur ;
- des machines de biomasse pour chauffer le mélange et le presser en forme de briquette.

## 3. Approvisionnement

### Viabilité économique

Vu la quantité de travail nécessaire pour produire des briquettes avec des déchets de mangue, il n'est pas étonnant qu'il n'existe actuellement aucune production à l'échelle commerciale – c'est trop complexe et trop coûteux. De plus, les rendements et donc les volumes seront trop faibles. Il est donc tout à fait légitime de s'interroger sur la possibilité de sécher les noyaux et la briquette finale pendant la saison de récolte.

Premièrement, la seule partie de la mangue qui peut être utilisée est le noyau, qui est difficile à séparer du reste de la mangue. Les usines de jus de mangue mettent les peaux et les noyaux dans le même flux de déchets. Les usines de séchage sont capables de séparer les noyaux des peaux, mais ne sont pas toujours intéressées par cette complexité accrue. De plus, il restera toujours un peu de chair sur les noyaux, et il sera sans doute nécessaire de la retirer, car cela risque d'affecter le produit. Enfin, les mangues pourries qui sont en grande partie intactes sont un autre flux de déchets important qui ne peut probablement pas être utilisé pour la production de briquettes, sauf si une machine est ajoutée pour retirer le noyau. Tout cela nécessite soit une main-d'œuvre importante, soit le développement et l'achat de machines, ce qui augmentera le coût de production.

Le deuxième problème est que le noyau a une coque extérieure et une graine intérieure. La coque est dure, fibreuse et riche en lignine. La graine intérieure, quant à elle, contient beaucoup d'eau et est difficile à utiliser. Le noyau de mangue complet a une teneur en humidité de 44 %. Deux stratégies différentes peuvent être adoptées :

- Le noyau complet est broyé et un séchage peut ensuite s'avérer nécessaire avant la formation des briquettes.
- 2. La coque extérieure est séparée à l'aide d'une machine spéciale puis broyée.

La première option augmentera la teneur en eau, ce qui peut allonger le temps de séchage après pressage ou même nécessiter un séchage avant l'étape du pressage. Mais comme de l'eau est de toute façon nécessaire dans le processus de compactage, cela reviendrait probablement au même. La teneur en huile de la graine intérieure peut également augmenter les fumées et les mauvaises odeurs.

Le troisième problème est le faible rendement. En fonction de la variété et de la taille du fruit, la chair représente environ 50-60 % du fruit, le noyau, 20-25 % du poids, et le reste est de la peau. Le noyau contient environ 45 % d'eau. Cela signifie qu'un noyau complètement séché représente seulement 12 % du poids d'une mangue. Si seule la couche extérieure du noyau est utilisée, cette part peut être réduite de moitié. Donc, une tonne de mangue ne produira qu'environ 60-120 kg de briquettes. Une mangue pèse en moyenne 600-700 grammes, ce qui signifie qu'une tonne équivaut à 1 538 mangues. Donc, environ 1 500 mangues seraient nécessaires pour produire à peu près 100 kg de briquettes. C'est beaucoup de travail pour produire une petite quantité de briquettes.

Le quatrième problème est le séchage nécessaire après la production. Un séchage mécanique rendra assurément le produit trop cher. Quant au séchage au soleil, il est difficile, dans la mesure où une grande partie de la saison de la mangue coïncide avec la saison des pluies. De plus, l'étalage des briquettes nécessiterait beaucoup de terres et de main-d'œuvre.

En conclusion, pour produire 100 kg de briquettes, une entreprise devrait :

- 1. séparer les noyaux des peaux et de la chair pour 1 500 mangues ;
- 2. retirer éventuellement les résidus de fruits des noyaux ;
- 3. retirer éventuellement la graine intérieure et broyer le noyau ;
- 4. acheter et ajouter éventuellement un liant et l'incorporer ;
- 5. consommer de l'énergie pour chauffer et presser les briquettes ;
- 6. sécher le produit pendant la saison des pluies ;
- 7. collecter les briquettes, les peser et les mettre en sac..

Après toutes ces étapes, nous obtiendrions environ 100 kg de briquettes, qui se vendraient à environ 0,10 €/kg. Le revenu total s'élèverait donc à 10 euros pour un salaire de 1 500 CFA (2,30 euros). Même avec les bas salaires africains, ce revenu ne permet de payer que deux personnes pendant une journée. La viabilité de cette activité est donc questionnable.

# 4. Ingrédients de succès

## 4.1 Pas économiquement viable

La production de briquettes à partir de noyaux de mangue n'est probablement économiquement viable nulle part (voir encadré), et certainement pas dans la plupart des régions d'Afrique, où du charbon fabriqué avec du bois d'origine illégale est disponible et bon marché. La quantité de travail requise pour produire des briquettes à partir de noyaux rend simplement le produit trop cher.

La seule chance de succès réside dans les économies formelles, où les prix du charbon sont élevés, mais il ne s'agit généralement pas de pays producteurs de mangue. Cependant, ces pays disposent souvent d'une abondance de déchets issus de la transformation, qui seraient beaucoup plus faciles à transformer en briquettes que les noyaux de mangue.

## 4.2 Résumé des problèmes et opportunités

Tableau 3. Problèmes et opportunités

Problèmes	Opportunités
<ul> <li>Le processus n'est pas simple et exige d'une entreprise qu'elle opère de nombreux choix concernant la recette sur la base du peu d'informations de marché disponibles.</li> <li>La production de briquettes de mangue est en grande partie non testée à l'échelle commerciale, ce qui soulève de nombreux défis pour une entreprise.</li> <li>La complexité dissuade les transformateurs de mangue de se charger de cette activité, d'autant plus que la production doit avoir lieu pendant la saison de transformation de la mangue.</li> <li>Les entreprises devront investir dans la</li> </ul>	<ul> <li>Demande d'énergie bon marché des ménages et de l'industrie.</li> <li>Les feux ouverts demeurent une part importante du mix énergétique pour les ménages et les vendeurs de rue de nourriture.</li> <li>Disponibilité des matières premières, dont certaines sont gratuites ou très bon marché.</li> <li>Place pour différents types de briquettes de mangue – tendres, dures, à combustion lente et faciles à allumer.</li> </ul>
<ul> <li>technologie malgré leurs faibles revenus.</li> <li>C'est un business model difficile à tous les égards, y compris en ce qui concerne la question du bien-fondé financier de</li> </ul>	
l'investissement.	

# ÉTUDE SUR LA MANGUE TRANSFORMÉE

- 1. Mangue fraîchement découpée
- 2. Mangue séchée
- 3. Purée de mangue
- 4. Mangue surgelée (IQF)
- 5. Pickles de mangue -
- 6. Vinaigre de mangue
- 7. Beurre de mangue
- 8. Briquettes de déchets de mangue
- 9. Compost de mangue



**GROWING PEOPLE** 

### COLEAD

Belgium - Avenue Arnaud Fraiteur 15/23 - B-1050 Brussels France - Rue de la corderie, 5 - Centra 342 - 94586 Rungis Cedex Kenya - Laiboni Center, 4th floor, P.O. BOX 100798-00101, Nairobi network@colead.link | www.colead.link