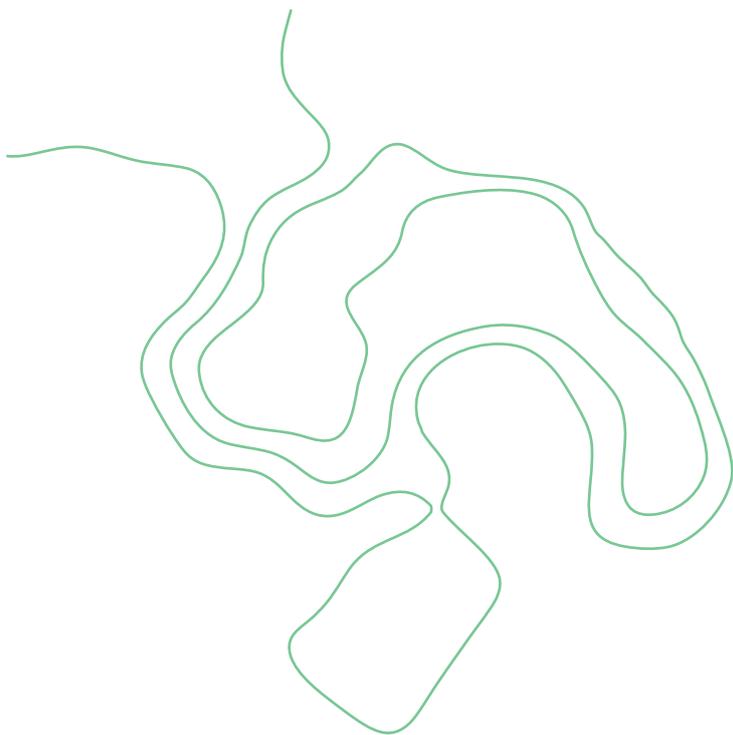


# CATALOGUE DE TECHNOLOGIES AGROVALOR



Projet Agrovalor

Nitidæ Côte d'Ivoire

## Remerciements aux bailleurs de fonds et aux partenaires techniques

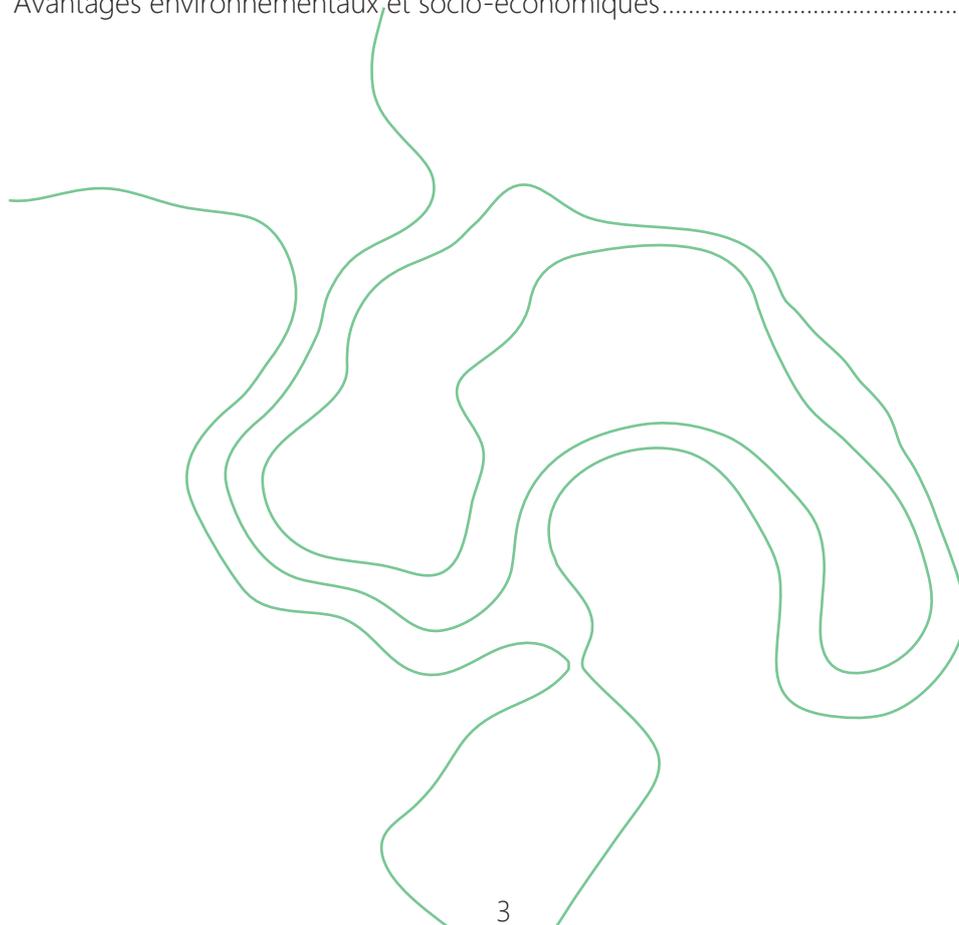
Nitidae tient à remercier ses principaux bailleurs de fonds : l'Agence Française de Développement (AFD), l'Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Energie (ADEME), le Fonds Interprofessionnel pour la Recherche et le Conseil Agricoles (FIRCA) et la Société Recyclivre, merci d'avoir cru au projet Agrovalor et d'y avoir apporté votre soutien financier.

Nos sincères remerciements aux courtois et dynamiques partenaires techniques : l'ONG Chigata, les Chambres Régionales de Métiers de Bouaké et de Korhogo, le Collège d'Enseignement Technique de Bouaké, le Centre de formation professionnelle de Korhogo, l'Atelier de Soudure Industrielle Somtinda (A.S.I.S), l'Atelier de Métallurgie et Ferronnerie Générale (AMFG), l'entreprise Art & Industrie, et l'Association des Maçons Fabricants de Foyers Améliorés (AMFFA) pour leurs contributions au renforcement des compétences et du savoir-faire locaux.

## Table des matières

Remerciements aux bailleurs de fonds et aux partenaires techniques .....	1
Table des illustrations.....	4
Introduction.....	4
1_ Four à pyrolyse H2CP : valorisation de déchets en énergie et en charbon [AGRO-INDUSTRIES]	6
1.1. Description.....	6
1.2. Types de déchets valorisés .....	7
1.3. Capacité et rendement.....	7
1.4. Investissement et main d'œuvre.....	7
1.5. Avantages environnementaux et socio-économiques.....	7
2_ Chaudières verticales [AGRO-INDUSTRIES]	8
2.1. Description.....	8
2.2. Types de déchets valorisés.....	10
2.3. Capacité.....	10
2.4. Investissement et main d'œuvre.....	10
2.5. Avantages environnementaux et socio-économiques.....	10
3_ Briqueteuses : valorisation de déchets en biocombustibles [DÉCHETS BIOMASSE]	11
3.1. Description.....	11
3.2. Types de déchets valorisés .....	11
3.3. Capacité et rendement.....	12
3.4. Investissement et main d'œuvre.....	12
3.5. Avantages environnementaux et socio-économiques.....	12
4_ Foyers améliorés [KARITÉ, ATTÍKÉ, AUTRES]	13
4.1. Description.....	13
4.2. Capacité et avantages comparatifs.....	14
4.3. Types de déchets valorisés .....	14
4.4. Investissement et main d'œuvre.....	14
4.5. Avantages environnementaux, socio-économiques et sanitaires .....	14
5_ Torréfacteur amélioré [KARITÉ, AUTRES]	15
5.1. Description.....	15
5.2. Capacité.....	15

5.3.	Types de déchets valorisés .....	16
5.4.	Investissement et main d'œuvre.....	16
5.5.	Avantages environnementaux et socio-économiques.....	16
6_	Aires de séchage.....	17
6.1.	Description.....	17
6.2.	Capacité.....	17
6.3.	Investissement et main d'œuvre.....	17
6.4.	Avantages environnementaux et socio-économiques.....	17
7_	Bacs de décantation.....	18
7.1.	Description.....	18
7.2.	Capacité.....	18
7.3.	Investissement et main d'œuvre.....	19
7.4.	Avantages environnementaux, socio-économiques et sanitaires .....	19
8_	Biodigesteurs [KARITÉ, ATTIÉKÉ] .....	20
8.1.	Description.....	20
8.2.	Types de déchets acceptés.....	20
8.3.	Capacité.....	21
8.4.	Investissement et main d'œuvre.....	22
8.5.	Avantages environnementaux et socio-économiques.....	22



## Table des illustrations

Image 1: four à pyrolyse .....	6
Image 2: (A) mise à feu du gaz de pyrolyse; (B) charbon de coques issu du four à pyrolyse .....	6
Image 3: état des cheminées pendant la combustion directe et la pyrolyse des coques.....	7
Image 4: chaudières verticales couplées aux fours H2CP .....	8
Image 5: (E) vue de face et (F) vue de l'intérieur des foyers de chaudières verticales alimentée en chaleur par le four à pyrolyse H2CP.....	9
Image 6: briqueteuses horizontale (C) et verticale (D).....	11
Image 7: briquettes de tourteaux de karité .....	12
Image 8: foyers doubles marmite adaptés à la cuisson d'attiéké et du beurre de karité.....	13
Image 9: torrificateurs améliorés en cours de confection.....	15
Image 10: déchargement du torrificateur amélioré par les productrices formées à sa gestion .....	16
Image 11: aire de séchage des amandes ou briquettes de tourteaux de karité.....	17
Image 12: (G) fosse d'infiltration et (H) bac de décantation proposé par le projet.....	18
Image 13: biodigesteur en cours de construction. De droit à gauche: bac d'alimentation d'effluents, dôme du biodigesteur (enterré) et bac de récupération du digestat.....	20
Image 14: valorisation du digestat par amendement du sol pour la production d'haricots verts.....	21

## Introduction

Nitidæ développe des projets de bioénergies pour les populations ayant peu accès à l'énergie et pour des acteurs économiques souhaitant augmenter la valeur ajoutée liée à la transformation locale de produits bruts. Outre la production de biogaz (rural et péri-urbain) et l'amélioration des techniques d'utilisation du bois-énergie (filière charbon de bois), Nitidæ met l'accent sur « l'agrovalorisation énergétique » des déchets issus de la transformation agro-industrielle. Le défi de la valorisation des déchets : **in waste we trust !**

Engagée auprès de nombreux acteurs des filières agro-industrielles, Nitidæ a constaté que le développement des industries de transformation dans les pays du Sud peut avoir des conséquences sérieuses sur leur environnement. D'une part, la production d'énergie nécessaire aux procédés de transformation entraîne une consommation intensive de bois de chauffe, impactant le couvert forestier. D'autre part, les déchets générés sont rejetés en milieu naturel, dans lequel ils se dégradent parfois très mal, polluant le sol et les eaux souterraines. Afin de répondre au mieux à ces enjeux, Nitidæ a développé une technologie innovante permettant de produire l'énergie nécessaire aux industries de transformation en réutilisant leurs déchets jusque-là non valorisés, polluants et encombrants : non seulement la quantité de déchets relâchés dans la nature est réduite, mais ces mêmes déchets produisent en plus une énergie propre et rentable qui diminue la consommation de bois

Ce présent catalogue de technologies Agrovalor met en lumière **cette expertise de pointe et une technologie innovante facilement replicable pour valoriser les déchets issus de la transformation agro-industrielle.**



# 1\_ Four à pyrolyse H2CP : valorisation de déchets en énergie et en charbon [AGRO-INDUSTRIES]

## 1.1. Description

Le four à pyrolyse H2CP (*High calorific cashew pyrolyser*) permet d'alimenter en chaleur des chaudières verticales **sans émission de fumées**, et ainsi remplacer la combustion directe de coques d'anacarde (polluante) ou de bois (coûteuse et source de dégradation environnementale).

Concrètement, le four H2CP permet la conversion thermochimique de coques d'anacarde (ou autre biomasse, voir § suivant) en gaz ( $\approx 80\%$ ) et en charbon ( $\approx 15\%$ ). Il est généralement placé sous la chaudière verticale d'une unité de transformation agro-



Image 1: four à pyrolyse

alimentaire (anacarde, karité mais aussi mangue ou huilerie de coton) : le gaz est brûlé directement dans le foyer de la

chaudière. Cette combustion se fait sans émission de fumées. Le charbon peut quant à lui être utilisé en tant que combustible domestique, tel quel ou transformé en briquettes (voir les briqueteuses image 2 ci-dessous).

Il est constitué d'une partie externe métallique (tôle d'acier noir en général) et d'une partie interne maconnée (montage de briques en argile).

L'intérêt de la technologie pour les unités de transformation réside dans le fait qu'elle est simple à exploiter, faite de matériaux locaux, sans éléments électriques, et viable sur le plan économique. Elle nécessite peu d'entretien.



Image 2: (A) mise à feu du gaz de pyrolyse; (B) charbon de coques issu du four à pyrolyse

## 1.2. Types de déchets valorisés

Le four à pyrolyse a été conçu à l'origine pour traiter les coques d'anacarde mais peut être adapté à d'autres déchets de biomasse (déchets de bois ou balles de riz par exemple), qui ne sont pas simples à utiliser en combustible industriel du fait de leur texture ou le dégagement de fumées trop épaisses. Il peut également être utilisé en tant que foyer de combustion (c'est ce qui est fait avec des tourteaux de karité au Burkina Faso).

## 1.3. Capacité et rendement

Actuellement, ce four permet de traiter jusqu'à environ une tonne de coques en 10 heures de fonctionnement, pour produire de la chaleur pour la chaudière et produire environ 150 kg de charbon de coques d'anacarde, soit un rendement de carbonisation de 15%. La capacité de traitement des déchets varie en fonction de la taille du four. La plus grande taille actuelle est un diamètre de 150 cm sur une hauteur de 150 cm.

L'énergie transmise à la chaudière par le four est l'énergie de combustion des gaz de pyrolyse. En mode combustion, il n'y a pas production de charbon, la matière première devient des cendres.

## 1.4. Investissement et main d'œuvre

Les besoins en investissement et en main d'œuvre varient en fonction des besoins des unités. Mais le coût d'acquisition (conception, fabrication, installation et formation) d'un four à pyrolyse varie en fonction de sa taille et est compris entre 2 500 000 FCFA à 4 000 000 FCFA. Il ne requiert pas de personnel supplémentaire et peut au contraire réduire le besoin de personnel à la chaudière, sa manipulation demandant moins de travail que l'alimentation continue de coques ou de bois en combustion directe.

## 1.5. Avantages environnementaux et socio-économiques

Les enjeux du développement de cette technologie sont multiples. Le premier intérêt est de traiter un déchet solide dont la gestion est un véritable casse-tête pour les unités. Le deuxième est de remplacer la combustion de bois non renouvelable ou de coques d'anacarde afin d'éviter l'émission des fumées associées. Cette technologie permet donc la production d'énergie à partir d'un combustible à moindre coût pour les autres unités de transformation agro-alimentaires (en général juste le transport des résidus est nécessaire), ce coût étant nul pour les unités de transformation d'anacarde et autres disposant de déchets de biomasse produits sur place. Elle permet également de supprimer les coûts liés à l'évacuation des résidus (coques de noix de cajou) et aussi à l'achat de combustible bois ; ce qui engendre des économies importantes pour l'industriel. La vente du charbon produit peut en outre générer des bénéfices supplémentaires, quoi que modestes.

Le fait que la technologie soit simple à exploiter, faite de matériaux locaux et son utilisation adaptée au contexte du développement durable et des enjeux économiques locaux lui vaut un intérêt

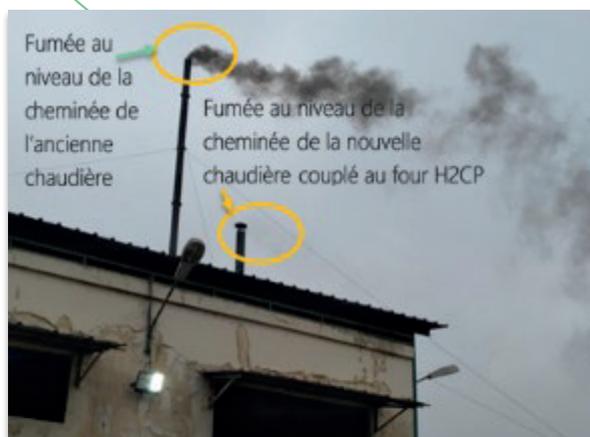


Image 3: état des cheminées pendant la combustion directe et la pyrolyse des coques

grandissant. Le système ne contient pas d'éléments électriques, il est donc adapté à son utilisation en milieu rural.

L'on retrouve de plus en plus d'industries qui, suite à l'adoption du four à pyrolyse, en réalisent une communication positive, à l'encontre surtout des autorités et de ses clients soucieux du respect de l'environnement.

## 2\_ Chaudières verticales [AGRO-INDUSTRIES]

### 2.1. Description

Le projet a proposé des chaudières verticales de fabrication locale, destinées à être utilisées en association avec des fours H2CP.

La chaudière verticale est un équipement de production de vapeur sous pression grâce à une source de chaleur. Cette source provient habituellement de la combustion directe de combustibles fossiles (bois ou coques d'anacarde), mais elle peut également provenir de la combustion des gaz de pyrolyse du four H2CP.

Le modèle que nous proposons est constitué en tôle en acier noir. Il dispose d'un faisceau tubulaire en acier, qui passe au travers du réservoir d'eau. Les gaz chauds passent dans ces « tubes à feu » et chauffent l'eau qui se trouve en contact, jusqu'à évaporation. La vapeur ne pouvant sortir qu'à travers la vanne principale, elle se cumule et monte en pression. L'industriel définit sa pression de service, pouvant aller jusqu'à 10 bar.



Image 4: chaudières verticales couplées aux fours H2CP

La chaudière est composée de trois parties principales :

- un foyer de combustion dans lequel le combustible (ici du gaz de pyrolyse) est brûlé pour produire la chaleur ;
- un échangeur constitué de tubes permettant le chauffage de l'eau ;
- un collecteur de fumée pour regrouper les fumées ayant traversé les tubes et les évacuer par la cheminée.

À cela s'ajoutent les équipements suivants :

- un manomètre indiquant la pression dans la chaudière ;
- une glace à niveau indiquant le niveau d'eau dans la chaudière ;
- une soupape de sécurité ;
- des entrées d'eau et des sorties de vapeur.

L'utilisation de la vapeur dépend de la filière. Par exemple, dans les unités de transformation de noix de cajou, cette vapeur peut être utilisée dans des autoclaves pour fragiliser les noix avant leur

décorticage, dans des séchoirs pour le séchage des amandes décortiquées et dans des chocs vapeur pour humidifier et faciliter le dépelliculage des amandes. Quant aux unités de transformation d'amandes de karité, la vapeur y est utilisée principalement pour la cuisson du beurre en remplacement des foyers à cuisson. Les chaudières sont également utilisées dans les unités de séchage de mangue et les huileries (de coton par exemple).



Image 5: (E) vue de face et (F) vue de l'intérieur des foyers de chaudières verticales alimentée en chaleur par le four à pyrolyse H2CP

## 2.2. Types de déchets valorisés

Les déchets valorisés pour produire la chaleur utilisée par la chaudière sont ceux utilisés dans le four H2CP (coques d'anacarde, tourteaux de karité, autres éventuellement).

## 2.3. Capacité

La capacité de la chaudière verticale dépend des besoins en vapeur exprimés. Elle varie de 200 L à 3000 L avec des tailles allant de 1,2 m à 3 m de hauteur. Les cheminées des chaudières font entre 4 et 6 m de hauteur.

## 2.4. Investissement et main d'œuvre

Le coût de la chaudière dépend également de la taille de la chaudière. Ce coût tient compte de la conception, de la fabrication et de l'installation, mais aussi de la mise en marche et de la formation et il est compris entre 3 000 000 et 7 000 000 FCFA.

## 2.5. Avantages environnementaux et socio-économiques

Les avantages au niveau de la chaudière sont liés à ceux du four H2CP auquel elle est couplée (gestion des résidus de transformation, valorisation énergétique des résidus, réduction des coûts énergétiques de fonctionnement, etc.).

## 3\_ Briqueteuses : valorisation de déchets en biocombustibles [DÉCHETS BIOMASSE]



### 3.1. Description

Les briqueteuses horizontales et verticales motorisées permettent de produire des briquettes de biocombustible. La biomasse broyée, carbonisée ou non, est compactée en

mélange avec un liant (de l'amidon ou de l'argile par exemple) pour obtenir un combustible alternatif au charbon de bois et au bois de chauffe. Elle est fabriquée avec de la tôle acier, souvent galvanisée.



Image 6: briqueteuses horizontale (C) et verticale (D)

### 3.2. Types de déchets valorisés

Les briqueteuses peuvent compacter tout type de biomasse (sous forme de petits grains ou de poudre) : poussier de charbon, charbon de coques d'anacarde broyé, ou encore du tourteau de karité pour produire des briquettes qui, une fois séchées, sont utilisées en remplacement des combustibles classiques.



Image 7: briquettes de tourteaux de karité

### 3.3. Capacité et rendement

Les briqueteuses verticale et horizontale ont une capacité entre 200 et 300 kg/heure de matière compactée et peuvent donc valoriser environ 2 tonnes de déchets, en une journée normale de travail. Avec un moteur de 0.75 cheval, la briqueteuse est très économe en énergie électrique.

### 3.4. Investissement et main d'œuvre

Les besoins en investissement varient en fonction de la qualité de la tôle utilisée. Le coût d'acquisition (conception, fabrication, installation et formation) d'une briqueteuse à vis motorisée est compris entre 800 000 FCFA et 1 000 000 FCFA. Pour la production de briquettes à grande échelle, d'autres matériels complémentaires sont nécessaires : (i) un mélangeur pour faire le mélange de la matière première et l'eau ; (ii) un broyeur si nécessaire.

### 3.5. Avantages environnementaux et socio-économiques

Avec un pouvoir calorifique très similaire à celui du bois de chauffe ou parfois supérieur selon leurs densités, les briquettes produites remplacent totalement ou partiellement le bois de chauffe ou le charbon de bois selon l'usage envisagé et la saison puisqu'elles ont l'avantage de sécher rapidement à l'air libre. En outre, elles confèrent à ses usagers une gestion efficace de leurs déchets et réduisent l'usage quotidien du bois de chauffe. Ce qui a indéniablement une conséquence sur la protection du couvert forestier et de l'environnement. Qu'elles soient utilisées seules ou en combinaison, elles ont un impact réel sur les dépenses liées à l'achat des combustibles pour la réalisation des activités.

## 4\_ Foyers améliorés [KARITÉ, ATTIÉKÉ, AUTRES]

### 4.1. Description

Les foyers améliorés à double marmite ont vocation à améliorer les conditions de cuisson au feu de bois. Destinés à l'origine au sein d'unités de production d'attiéké et de beurre de karité, ils peuvent répondre à tout besoin de cuisson au feu de bois similaire, dans le secteur de la restauration par exemple.

Les foyers requièrent pour leur construction des parpaings, du ciment, de l'argile pour l'isolation thermique et quelques pièces de ferronnerie pour la cheminée et les supports pour les marmites.



Image 8: foyers doubles marmite adaptés à la cuisson d'attiéké et du beurre de karité

## 4.2. Capacité et avantages comparatifs

Les foyers améliorés permettent des économies de bois de 30 à 50 % par rapport à des foyers 3 pierres. Au sein des unités de production de beurre de karité, ils réduisent le temps de cuisson de 1 à 2h, et de 3 à 4h du temps dans une unité de production d'attiéké.

Enfin, l'évacuation des fumées par les cheminées réduit drastiquement l'exposition des travailleuses aux fumées.

## 4.3. Types de déchets valorisés

Tout comme les torrificateurs, les foyers améliorés sont conçus pour utiliser aussi bien le bois de feu que des résidus, notamment le tourteau de karité.

## 4.4. Investissement et main d'œuvre

Le cout d'un foyer amélioré varie entre 200 000 FCFA et 300 000 FCFA. Ce coût est très dépendant du prix des matériaux (fer, ciment, sable). Il faut noter également que le client peut se charger de l'acquisition de certains matériaux, comme l'argile ou le ciment par exemple, ce qui peut considérablement réduire le coût total.

## 4.5. Avantages environnementaux, socio-économiques et sanitaires

L'économie de bois permise par l'utilisation des foyers améliorés à des avantages à la fois environnementaux et économiques, en ce qu'elle réduit à la fois la pression sur la ressource en bois des unités de transformation et leurs dépenses liées à l'achat de bois.

La réduction du temps de cuisson réduit la durée globale de la journée de travail des utilisatrices et leur libère du temps personnel. Le foyer amélioré dirige la chaleur uniquement vers la marmite, ce qui réduit considérablement la chaleur environnante, rendant la manipulation plus aisée.

Enfin, la réduction de l'exposition aux fumées assainit le cadre de travail et a des bénéfices sur la santé des travailleuses.

## 5\_ Torréfacteur amélioré [KARITÉ, AUTRES]

### 5.1. Description

La torréfaction permet de chauffer les amandes afin de libérer les fractions grasses avant le broyage. Actuellement au sein des unités de production de beurre de karité, la torréfaction se fait essentiellement avec des torréfacteurs « artisanaux » qui sont des barriques en fer qu'on fait tourner manuellement au-dessus d'un foyer métallique sommaire. L'exposition aux fumées est importante et vider les barriques après torréfaction est pénible.

Les torréfacteurs améliorés permettent la torréfaction de noix de karité et emploient l'énergie électrique pour le malaxage. Ils disposent d'un foyer de combustion isolé thermiquement, fait de briques en argile, et d'une cheminée pour l'évacuation des fumées. Ils pourraient être adaptés pour application à l'arachide, le café ou autres matières.

Les finalités du torréfacteur amélioré sont similaires à celles du foyer de cuisson amélioré : faire des économies sur la consommation du bois, réduire l'exposition aux fumées et la pénibilité générale du travail.



Image 9: torréfacteurs améliorés en cours de confection

### 5.2. Capacité

La capacité des torréfacteurs améliorés est entre 200 à 300 kg d'amandes par opération pour un seul cylindre. Pour un torréfacteur à double cylindre, la quantité d'amandes torréfiées peut atteindre 600 kg en une opération d'une durée comprise entre 45 minutes et 1 h.

### 5.3. Types de déchets valorisés

Sur les sites de production de beurre de karité, les tourteaux de karité sont les seuls combustibles utilisés en saison sèche. En saison humide, ils sont mélangés à du bois de chauffe ou à des briquettes de tourteau.

### 5.4. Investissement et main d'œuvre

Le coût de l'investissement des torréfacteurs améliorés est de 900 000 FCFA à 1 500 000 FCFA (selon le matériau utilisé). Ce coût comprend la fabrication, l'installation et la formation à l'utilisation. Son utilisation ne requiert pas de présence permanente, étant donné que la rotation du cylindre se fait mécaniquement et l'alimentation du combustible n'est pas continue.

### 5.5. Avantages environnementaux et socio-économiques

L'avantage environnemental du torréfacteur amélioré réside dans sa plus grande efficacité énergétique vis-à-vis des torréfacteurs manuels artisanaux et donc l'économie de combustible qu'il permet. Les tourteaux sont déjà valorisés dans la production de beurre de karité donc l'équipement ne fait pas vraiment de différence à ce niveau.

Sur le plan social, les torréfacteurs améliorés permettent d'éviter la tâche pénible et répétitive qu'est la rotation manuelle de torréfacteurs artisanaux, en plus de réduire l'exposition aux fumées. D'un point de vue économique, ils permettent d'économiser la main d'œuvre associée à la rotation manuelle des torréfacteurs artisanaux. Le coût occasionné par la consommation électrique de l'appareil est peu important.



Image 10: déchargement du torréfacteur amélioré par les productrices formées à sa gestion

## 6\_ Aires de séchage

### 6.1. Description

Les aires de séchage sont des surfaces maçonnées destinées à accueillir des matières à sécher. Actuellement, elles sont construites dans les centres de traitement et de transformation de karité. Dans les centres de traitement de noix fraîches, ces aires sont utilisées pour faciliter le séchage des noix après la cuisson puis des amandes après le décorticage. Dans les unités de production de beurre, les amandes sont séchées sur ces surfaces après le lavage et avant le concassage.



Image 11: aire de séchage des amandes ou briquettes de tourteaux de karité

### 6.2. Capacité

Les dimensions et le nombre d'aires de séchage sont déterminés à partir du volume de matières à sécher mais aussi du temps de séjour sur les aires. Actuellement, il a été construit des aires de 40 m<sup>2</sup> (8m\*5m) et de 60 m<sup>2</sup>.

### 6.3. Investissement et main d'œuvre

Le coût des aires de séchage varie selon la dimension. Le prix des matériaux pourrait également faire varier ce coût pour une même dimension. Pour les aires de 40 m<sup>2</sup>, l'investissement est autour de 650 000 FCFA. Aucune main d'œuvre n'est requise pour l'utilisation des aires de séchage. Les utilisateurs doivent simplement veiller à ce que la pluie ne tombe pas sur leur matière car cela pourrait allonger le temps de séchage. Pour cette raison, l'achat de bâche peut s'avérer nécessaire.

### 6.4. Avantages environnementaux et socio-économiques

Les aires sont recommandées pour le séchage des noix ou des amandes de karité car elles permettent un meilleur séchage et surtout d'éviter le contact avec le sol lors du séchage. Les bâches (moins coûteuses) sont parfois utilisées à la place des aires mais elles se détériorent avec le temps, ce qui n'est pas le cas des aires de séchage.

Un mauvais séchage peut entraîner une moisissure des amandes et des amandes moisies affectent la qualité du beurre notamment l'acidité. Et une mauvaise acidité du beurre peut entraîner des rejets

et par conséquent des pertes financières. D'où l'importance des aires de séchages. En outre, les aires peuvent servir également au séchage des briquettes combustibles produites dans les unités.

## 7\_ Bacs de décantation

### 7.1. Description

Les bacs de décantations sont des ouvrages maçonnés (constitués essentiellement de parpaings) destinés à la décantation des tourteaux de karité. Ils représentent une alternative à l'infiltration dans le sol, habituellement pratiquée sur les sites de production du beurre de karité.

Chaque utilisatrice déverse ses effluents dans un bac de décantation. Après la décantation, le tourteau se décompose en trois parties distinctes : grasse, liquide et solide. La partie grasse est le surnageant. Elle représente environ 2 % de l'effluent introduit. Les parties liquide et solide comptent pour respectivement 52 % et 46 %. Lorsque la décantation est faite, l'utilisatrice ouvre la vanne du tuyau d'évacuation du tourteau liquide. La fraction liquide peut être évacuée de manière à ne pas créer de nuisances aux riverains ni de pollution du sol et des eaux souterraines. Après l'évacuation du tourteau liquide, il y restera le tourteau pâteux. Ce tourteau est extrait par l'ouverture dédiée soit directement au sol, soit sur une bache ou une dalle d'où ce tourteau pourra être mis en forme. Les bacs ne nécessitent pas d'entretien complexe. Il faudra juste déboucher le tuyau d'évacuation du tourteau liquide en cas d'obstruction.

### 7.2. Capacité

Les bacs peuvent être dimensionnés en fonction de l'organisation de l'unité de production de beurre de karité en question. Généralement les membres des unités suivent individuellement leur propre cycle de production (torréfaction, baratage, cuisson, etc.) avec en moyenne 3 à 4 sacs par cycle.

Les bacs construits au cours du projet Agrovalor sont calibrés sur le volume d'effluents rejetés au cours d'un de ces cycles, ils varient entre 2 et 3,5 m<sup>3</sup>.



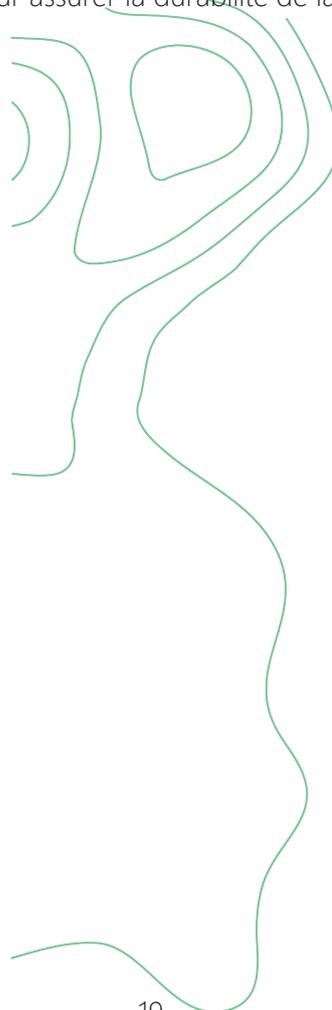
Image 12: (G) fosse d'infiltration et (H) bac de décantation proposé par le projet

### 7.3. Investissement et main d'œuvre

Le coût d'un bac dépend également des dimensions. Il est 500 000 FCFA pour un bac de 3,5 m<sup>3</sup>. L'utilisation des bacs ne requiert pas de présence permanente.

### 7.4. Avantages environnementaux, socio-économiques et sanitaires

Les unités de transformation de karité produisent une quantité importante d'effluents journalièrement et la gestion de ces effluents peut devenir un problème environnemental, social et même économique. En effet, les effluents de karité dégagent une odeur désagréable lorsqu'ils ne sont pas gérés. Le cadre de travail devient malsain et pollué. Socialement, cela peut engendrer le mécontentement avec le voisinage. Sur le plan économique enfin, il peut être nécessaire de faire recours à des prestataires pour se débarrasser de ces effluents, occasionnant des coûts de gestion. Ainsi, les bacs de décantation facilitent la gestion des effluents issus de la transformation de noix de karité. Pour la gestion de la partie liquide, les bacs peuvent être couplés à une fosse qu'il faut vidanger, dans lequel cas la gestion peut s'avérer onéreuse aux unités de groupement car les volumes d'eau employés sont très importants. L'option de méthanisation (biodigestion anaérobie) a été essayée mais avec des résultats mitigés. L'idéal est de trouver un exutoire adapté mais gratuit aux effluents après décantation : eau d'arrosage pour des cultures, eau d'appoint pour production de compost, ou encore employée dans la construction de maisons (car la présence résiduelle de corps gras forme une couche isolante à l'eau). Un développement adapté des solutions de gestion des effluents liquides est essentiel pour assurer la durabilité de la solution.



## 8\_ Biodigesteurs [KARITÉ, ATTIÉKÉ]

### 8.1. Description

Un biodigesteur est le site de la décomposition bactérienne de matière organique en conditions anaérobies (sans oxygène), produisant du biogaz. Ce processus est appelé méthanisation. Dans les unités de transformation de karité, le biogesteur peut être associé aux bacs de décantation qui l'alimentent via un bac d'alimentation. De même, dans les unités de production d'attiéké, le biodigesteur pour son alimentation peut nécessiter la présence d'une plate-forme pour le pressage de la pâte et d'une fosse de décantation pour la séparation de la partie solide et la partie liquide qui entrera dans le réacteur.

Le biogaz est un gaz combustible, composé de méthane et dioxyde de carbone majoritairement. Le biogaz produit peut être brûlé directement pour des besoins de cuisine voire alimenter des moteurs ou des générateurs électrique. Dépendant de l'équipement d'utilisation, le biogaz devra être épuré.

Le sous-produit d'un biodigesteur est le digestat, qui est l'effluent ayant été digéré par les bactéries. Il peut être utilisé en tant que fertilisant organique.



Image 13: biodigesteur en cours de construction. De droit à gauche: bac d'alimentation d'effluents, dôme du biodigesteur (enterré) et bac de récupération du digestat.

Il existe une grande variété de technologies sur le marché. Le biodigesteur que nous proposons est le biodigesteur à dôme fixe « Deenbandhu », popularisé par SKG Sangha en Inde, l'une des technologies les plus robustes.

### 8.2. Types de déchets acceptés

La matière première du biogaz peut avoir des origines très variées. Dans le cas de nos activités, les biodigesteurs installés fonctionnent avec les tourteaux liquides de karité ou les effluents de manioc pressé. Il s'agit dans tous les cas d'une matière à texture liquide. Ces résidus peuvent être mélangés à de la matière d'origine animale telle que la panse ou la bouse afin d'améliorer le processus de

méthanisation. Il faut ajouter de la soude et la cendre à l'effluent du manioc afin de neutraliser le pH. **Les produits sont le biogaz et le digestat.**

Le biogaz produit à partir de la méthanisation des effluents dans le biodigesteur peut être utilisé comme combustible pour le chauffage et la cuisson d'aliments domestiques.

Le digestat qui est le résidu liquide de la digestion peut être valorisé. En effet, le digestat peut être utilisé comme fertilisant dans l'agriculture, en particulier pour le maraichage.

Le séchage du digestat permet de réduire son volume, d'obtenir un produit stable et facile à transporter. En revanche, la majorité de l'azote se volatilise lors du séchage, et le pouvoir fertilisant diminue en conséquence.

Le chaulage du digestat peut être pratiqué pour obtenir un produit stabilisé, avec une réduction des organismes pathogènes, notamment des Salmonella. Il est bénéfique en cas d'épandage sur des sols acides, permettant de remonter le pH du sol.

Enfin, le compostage du digestat avec un substrat carboné (déchets verts par exemple) permet d'obtenir un amendement stable, de diminuer la salinité et le pH, et d'améliorer sa compatibilité avec les plantes.



Image 14: valorisation du digestat par amendement du sol pour la production d'haricots verts

### 8.3. Capacité

La capacité de traitement de déchets se mesure en litres à alimenter par jour. En revanche, souvent les digesteurs sont classifiés selon le volume de rétention du fluide ou de la production journalière de biogaz.

Les rendements à biogaz sont hautement variables en fonction de la technologie choisie, la matière première à digérer et le suivi d'une alimentation en effluents optimale.

La taille des biodigesteurs « manioc » installés déjà installés varie entre 10 et 20 m<sup>3</sup> ; tandis que les biodigesteurs installés dans les groupements de karité ont un volume de 20 m<sup>3</sup> chacun.

## 8.4. Investissement et main d'œuvre

Le coût du biodigesteur dépend de son volume et donc de sa taille. Il est estimé à 3000000 FCFA, le prix minimum d'un biodigesteur souterrain.

Les jus de manioc, trop acides, doivent être mélangés à d'autres matières qui ne sont pas disponibles sur place dans le but d'optimiser la production du biogaz. En effet, pour faciliter la digestion des effluents par des bactéries, il faut :

- procéder au préalable à la neutralisation des effluents ;
- mélanger ces effluents avec des matières organiques (MO) riches en azote ;
- respecter le volume prévu pour l'alimentation journalière du réacteur .

Une fois ces conditions respectées, il est possible de produire en moyenne :

- 3 à 5 m<sup>3</sup> de gaz en valorisant 200 à 250 litres de jus de manioc par jour pour un digesteur de 8 m<sup>3</sup> de volume en gaz ;
- 2 à 3 m<sup>3</sup> de gaz en valorisant 100 à 120 litres de jus par jour pour un digesteur de 4 m<sup>3</sup> de volume en gaz.

Tout comme le jus de manioc, le tourteau liquide de karité est également acide et nécessite l'ajout de cendre pour le neutraliser. Aussi, pour améliorer la production de gaz, il faudra le mélanger à de la bouse fraîche ou à de la paille. Enfin, il faudra alimenter le biodigesteur journalièrement avec la quantité nécessaire.

Toutes ces contraintes liées à l'utilisation des biodigesteurs « manioc » et « karité » engendrent des coûts et rendent l'exploitation de cette technologie chronophage ; ce qui est souvent un frein à l'adoption durable de la technologie, d'autant plus que le biogaz obtenu ne couvre pas tous les besoins en énergie de chauffe.

## 8.5. Avantages environnementaux et socio-économiques

Les enjeux de la construction de biodigesteurs dans les unités de transformation de karité et de manioc sont l'assainissement et l'énergie.

Aussi bien la production de beurre de karité que la production d'attiéké produisent une quantité importante d'effluents dont la gestion est problématique : mauvaise odeur, pollution du sol, évacuation sur la voie publique, etc. D'une part, le processus de digestion permis par les biodigesteurs permet de stabiliser et donc d'assainir les effluents : ils ne sont plus odorants et moins polluants. D'autre part, l'utilisation des biodigesteurs produit du biogaz, qui peut être utilisé en complément pour la cuisson, et ainsi remplacer en partie le bois ou le charbon de bois. La problématique de l'assainissement étant perçue comme moins pressante que les exigences de maintien et d'opération du biodigesteur, les unités artisanales trouvent dans la plupart des cas que la technologie est trop complexe et l'abandonnent. Une sensibilisation en amont et un suivi de longue durée aideraient à améliorer le taux d'appropriation de l'équipement auprès de ce profil de transformateurs.