

Quantification et caractérisation des Déchets de Mangue au Burkina Faso

Samandoulougou Rasmata

Chargé de recherche à l'Institut des Sciences des Sociétés,
Centre National de la Recherche Scientifique et Technologique
(INSS/ CNRST)

[Doi:10.19044/esj.2024.v20n31p162](https://doi.org/10.19044/esj.2024.v20n31p162)

Submitted: 04 April 2024

Accepted: 11 November 2024

Published: 30 November 2024

Copyright 2024 Author(s)

Under Creative Commons CC-BY 4.0

OPEN ACCESS

Cite As:

Samandoulougou R. (2024). *Quantification et caractérisation des Déchets de Mangue au Burkina Faso*. European Scientific Journal, ESJ, 20 (31), 162.

<https://doi.org/10.19044/esj.2024.v20n31p162>

Résumé

Le potentiel des déchets générés par la filière mangue au Burkina Faso n'a pas encore été précisément déterminé et demeure insuffisamment documenté, malgré leur importance sur les plans économique et environnemental. Cet article vise à évaluer les quantités de déchets issues de la chaîne de valeur de la filière mangue générées chaque année, incluant la production, la commercialisation, la transformation et la consommation au Burkina Faso. Pour y parvenir, des données primaires et secondaires ont été collectées de 2016 à 2023 dans les zones à forte production de déchets de mangue, puis analysées par des calculs de tendance centrale et de dispersion (moyenne, somme des moyennes, écart-type) par maillon de la filière puis au niveau national. Les résultats indiquent que la filière mangue produit en moyenne chaque année entre 100513,66 et 116122,04 tonnes de déchets au Burkina Faso, soit entre 46,2% et 53,4% de la production nationale de mangue fraîche. La transformation représente la plus grande part des déchets avec 41%, suivie de la production (30,37%), de la consommation locale (15%) et des exportations (13,59%). Au niveau de la transformation, les déchets représentent en moyenne 545,35% des mangues fraîches encaissées traitées dans ce maillon, pouvant atteindre 94,16% ou descendre à 12,5%. Dans le maillon de la production, 15% des mangues produites sont déclassées, et le secteur commercial enregistre un taux de 30%. Cette énorme quantité disponible de déchets recommande de vite trouver ou identifier une ou des

méthodes appropriées de gestion des déchets qui pourront être facilement adoptées par un grand nombre d'acteurs afin d'empêcher les effets néfastes probables sur l'environnement et le vivre-ensemble.

Mots-clés: Quantification, Caractérisation, Déchets, Mangue, statistiques descriptives

Quantification and Characterization of Mango Waste in Burkina Faso

Samandoulougou Rasmata

Chargé de recherche à l'Institut des Sciences des Sociétés,
Centre National de la Recherche Scientifique et Technologique
(INSS/ CNRST)

Abstract

The potential of waste generated by the mango sector in Burkina Faso has not yet been precisely determined and remains insufficiently documented, despite their economic and environmental importance. This article aims to evaluate the quantities of waste from the mango value chain generated each year, including production, marketing, processing, and consumption in Burkina Faso. To achieve this, primary and secondary data were collected from 2016 to 2023 in areas with high production of mango waste, then analyzed by central tendency and dispersion parameters calculations (mean, sum of means, standard deviation) by link in the sector and at the national level. The results indicate that the mango sector produces on average each year between 100,513.66 and 116,122.04 tons of waste in Burkina Faso, which represents between 46.2 and 53.4 percent of the national production of fresh mango. Processing represents the largest share of waste with 41%, followed by production (30.37 percent), local consumption (15 percent), and exports (13.59 percent). At the processing level, waste represents on average 55.35 percent of processed cashed wild mangoes, which can reach 94.16 percent or fall to 12.5 percent. In the production sector, 15 percent of mangoes are downgraded, and the commercial sector records a rate of 30 percent. This enormous available quantity of waste recommends quickly finding one or more appropriate methods for their management in order to prevent the probable harmful effects on the environment and living together.

Keywords: Quantification, Characterization, Waste, Mango, descriptive statistics

Introduction

La quantification des déchets ou sous-produits générés est un préalable pour toute politique visant une gestion appropriée et leur valorisation (Ministère des ressources animale et halieutique, 2021). La filière mangue au Burkina Faso en produit d'énorme quantité chaque année. Cependant cette quantité des déchets n'est pas connue et leur mauvaise gestion par les acteurs entraîne des conflits sociaux avec les populations riveraines des industries.

La filière mangue représente deux enjeux majeurs du point de vue de son impact économique d'une part et de son impact environnemental d'autre part. En effet, la filière génère plus de 28000 emplois directs et indirects et un total de salaire distribué qui s'élève à 1,2 milliards. La valeur ajoutée totale dans les frontières du pays est estimée à 30 milliards (mds) FCFA dont 26 mds FCFA de valeur ajoutée directe et 4 mds FCFA d'effets d'entraînement dans l'économie nationale. Cela représente 0,5 % du PIB national et 2,9 % du PIB agricole (PNDES II, 2021).

Son empreinte environnementale est tout aussi remarquable en raison des quantités de déchets qu'elle génère. Par le courant des ruissellements des eaux pendant la saison pluvieuse, ces déchets se retrouvent un peu partout et peuvent être une source de pollution des eaux de boisson. Le plus souvent entreposés à l'air libre comme illustré par la photo 1, ou enfouis dans des fosses sans réelles techniques de traitement, les déchets produisent des odeurs nauséabondes.

Photo 1: Dépôts de déchets de mangues



Cliché: Auteure (Photo prise dans la localité de Bobo Dioulasso le 18/10/2023)

En outre, les déchets en grandes quantités, attirent les nuisibles en tous genres (insectes, mouches etc.) qui sont directement sources de maladie comme le paludisme, la diarrhée, etc. mais indirectement en impactant sur la qualité du produit lui-même et les sites de production (Parrot et al., 2017).

Dans les vergers, la quantité de déchets varie en fonction de la saison. La transformation génère la plus grande part de déchets produits (Agence Régional de Développement des Hauts-Bassins, 2021).

Au regard de ces constats, une estimation approximative de la disponibilité de ces déchets est indispensable pour inciter la mobilisation des capacités et moyens requis pour leur meilleure prise en charge. Toute chose qui augmenterait la plus-value des entreprises productrices et transformatrices des mangues, assainirait l'environnement et favoriserait la cohésion sociale avec les populations riveraines.

L'objectif de cet article est de mettre en lumière la quantité potentielle des déchets issue de la production, la commercialisation, la transformation et la consommation des mangues.

Très peu de recherches se sont intéressées de façon objective à la quantification nationale des sous-produits de la mangue. Toutefois, des travaux postérieurs à la présente étude ont concerné l'analyse de la chaîne de valeur de la filière mangue (Commission européenne, 2018), l'analyse de marché pour la mangue (Agence Régional de Développement des Hauts-Bassins, 2021 ; Parrot et al, 2017), et l'identification d'activités actuelles au sein de la filière mangue, et de potentialités en termes de nouvelles activités innovantes, et permettant notamment d'améliorer l'employabilité des jeunes (Chambre de commerce et d'industrie du Burkina Faso, 2017). Dans la présente recherche, les déchets sont assimilés aux sous-produits dont la définition est donnée par Pichat (1995) comme traduisant la diminution de la valeur d'un bien, d'une matière ou d'un objet, jusqu'au point où il devient inutilisable en un lieu et en un moment donné.

L'article est composé de quatre (4) sections à la suite de l'introduction. La première section expose la revue de littérature sur la filière mangue au Burkina Faso. La deuxième présente les méthodes et matériels empruntés pour implémenter les objectifs. La troisième présente les résultats de la recherche et leur interprétation. La quatrième discute des résultats obtenus et la conclusion et implications économiques sont déclinées à la suite.

Revue de littérature

Cette section expose les connaissances préliminaires sur le sujet ainsi que la synthèse des recherches antérieures.

Connaissances préliminaires sur la filière mangue au Burkina Faso

En Afrique de l'Ouest, la mangue est destinée à la consommation locale et à l'exportation. Elle produit chaque année près de 1,4 million de tonnes et la production du Burkina Faso représente entre 11 et 18% de la production ouest-africaine (Commission européenne, 2018). La même source

indique qu'au Burkina Faso, la mangue constitue environ la moitié de la production nationale de fruits en volume.

Selon une étude de l'Agence Régional de Développement des Hauts-Bassins (2021), la production est concentrée dans les régions de la vaste zone soudano-sahélienne de production de mangue en Afrique de l'Ouest. Ce sont notamment les Hauts Bassins (57%), le Centre-Ouest (14 %), les Cascades (10 %), le Sud-Ouest (10%) de la production nationale.

D'après le rapport de l'APROMAB (2023), le volume total de production varie entre 200000 tonnes et 300000 tonnes dont 25% destiné à l'exportation vers l'Union européenne et 5% dans la sous-région africaine (Ghana, Niger, Algérie, Maroc) et près de 60% pour le marché local.

La région des Hauts-Bassins au Burkina Faso concentre plus de 70 % des unités industrielles de transformation de mangues du pays. La production de mangue séchée est estimée en moyenne à 2500 T/an. Elle a atteint 3038 tonnes en 2023 (Association des professionnelles de mangues du Burkina Faso (APROMAB), 2023).

Le mode de transformation purée et nectar crée une partie conséquente de la valeur ajoutée grâce à son volume et à des prix de détail élevés. L'APROMAB soutient que la filière génère plus de 14 milliards de F CFA par an.

Face à ces atouts suscités, on retrouve des déchets à toutes les étapes du cycle de vie de la mangue: au niveau des vergers, des marchés de fruits et «yaar» et des unités de transformation. La mangue est un produit très périssable. Plusieurs contraintes que vivent les acteurs au Burkina Faso peuvent amplifier la disponibilité des déchets à travers une quantité importante de pourrissement. Ce sont entre autres les difficultés de transport, les multiples coupures de courant électrique et d'eau, les pannes d'équipement, difficultés du commerce transfrontalier traduit par la lourdeur administrative; les difficultés de coordination entre les producteurs. En outre, la mangue fraîche est très sensible à la mouche des fruits. Mais certaines variétés telles que l'Amélie est moins attaquée par la mouche des fruits du fait de sa précocité. Les autres variétés les plus consommées parmi une dizaine de variétés sont la Kent, la Lippens et la Brooks.

Le secteur de la mangue est représenté dans son ensemble par l'APROMAB et par la Table sectorielle de la mangue. Par maillons, les producteurs sont réunis autour de l'Union Nationale des producteurs de Mangue du Burkina (UNPM-B) et les transformateurs par la Professionnelle des transformateurs de mangue au Burkina Faso (PTRAMAB). L'UNPM-B regroupait 7000 producteurs et la PTRAMAB 122 membres répartis sur le territoire national en 2023.

Revue des recherches empiriques

La littérature montre clairement une concentration d'activités de transformation dans les Hauts-Bassins, une production de mangues principalement dans les Cascades et les Hauts-Bassins, une distribution limitée mais cruciale par les commerçants grossistes, et un soutien technique significatif fourni par les personnes ressources, surtout dans le Centre. Cette répartition des acteurs souligne les dynamiques régionales et les défis spécifiques de la filière mangue au Burkina Faso.

- Transformateurs de mangues

Parrot et al. (2017) : Cette étude a analysé les chaînes de valeur de divers produits agricoles au Burkina Faso, en mettant particulièrement l'accent sur la transformation des mangues. Les auteurs ont noté que les Hauts-Bassins sont une région clé pour la transformation de mangues en raison de la concentration d'entreprises de transformation, ce qui favorise une activité économique dynamique.

Agence Régionale de Développement des Hauts-Bassins (2021) : Le rapport a fourni des informations détaillées sur les entreprises de transformation dans la région des Hauts-Bassins, soulignant leur importance dans la création d'emplois et la génération de revenus. Il a été observé que les transformateurs jouent un rôle crucial dans l'ajout de valeur aux mangues et dans la réduction des pertes post-récolte.

Commission Européenne (2018) : Dans une analyse de la filière mangue, ce rapport a confirmé que la transformation des mangues est concentrée principalement dans les Hauts-Bassins, ce qui reflète un potentiel élevé pour l'exportation de produits transformés comme les mangues séchées et les jus.

- Producteurs de mangues

Chambre de Commerce et d'Industrie du Burkina Faso (2017) : L'étude a examiné les zones de production de mangues, révélant que les Cascades et les Hauts-Bassins sont les principales régions de production. L'absence de producteurs dans le Centre a été attribuée à des conditions climatiques moins favorables et à une infrastructure de soutien moins développée.

Parrot et al. (2017) : Les auteurs ont également étudié les défis rencontrés par les producteurs, notamment les pertes dues aux maladies des plantes et aux conditions de stockage inadéquates. Ils ont souligné la nécessité d'améliorer les pratiques agricoles et les infrastructures pour augmenter la production de mangues.

Kaboré et al. (2019) : Cette recherche a abordé les dynamiques de production dans les Hauts-Bassins et les Cascades, indiquant que ces régions bénéficient de conditions climatiques favorables et d'un savoir-faire traditionnel en matière de culture de la mangue.

- **Commerçants grossistes**

Drabo et al. (2022) : Dans une étude sur la distribution des produits agricoles, les auteurs ont noté que les commerçants grossistes jouent un rôle crucial mais que leur nombre limité pourrait indiquer des défis logistiques et des inefficacités dans la chaîne d'approvisionnement de la mangue.

Chambre de Commerce et d'Industrie du Burkina Faso (2017) : Le rapport a souligné que le faible nombre de commerçants grossistes peut être lié à la centralisation de la transformation et de la production dans certaines régions, ce qui nécessite une meilleure coordination pour optimiser la distribution.

Parrot et al. (2017) : Les auteurs ont analysé les circuits de distribution, suggérant que les commerçants grossistes sont essentiels pour relier les producteurs aux marchés nationaux et internationaux, bien que des améliorations soient nécessaires pour augmenter l'efficacité et réduire les coûts.

- **Personnes ressources**

Ouedraogo et al. (2022) : Cette étude a mis en évidence le rôle des personnes ressources dans le transfert de connaissances techniques et l'assistance aux producteurs et transformateurs. Le Centre, étant une région avec un grand nombre de ces acteurs, pourrait jouer un rôle clé dans le soutien à la filière mangue malgré l'absence de producteurs locaux.

Agence Régionale de Développement des Hauts-Bassins (2021) : Le rapport a indiqué que les personnes ressources sont souvent impliquées dans des initiatives de formation et de renforcement des capacités, contribuant ainsi à améliorer les pratiques de gestion et de transformation de la mangue.

Parrot et al. (2017) : Les auteurs ont discuté de l'importance des personnes ressources dans la diffusion de techniques innovantes et de meilleures pratiques agricoles, soulignant leur rôle dans la croissance et le développement durable de la filière mangue.

Kiendrebeogo et al. (2018): Ces auteurs se sont intéressés à l'implémentation de l'utilisation possible des déchets de mangue. Ils ont évalué les effets de l'utilisation de rations à base de provendes de mangue sur les performances de croissance et la qualité de la carcasse de porcs en croissance. L'étude a montré l'utilisation possible des provendes de mangue en substitution au maïs et ouvre ainsi des perspectives d'accroissement de la disponibilité d'aliments pour les porcs moins compétitifs entre l'homme et les animaux.

Matériels et méthodes

Zones d'étude et acteurs

L'étude a été menée dans les six (6) régions à fort potentiel de production, de transformation, de commercialisation et de consommation de

mangue au Burkina Faso. Ce sont les Hauts-bassins, la Boucle du Mouhoun, le Centre-Ouest, les Cascades, le Sud-Ouest et le Centre. Plus précisément dans les communes de Banfora, Bérégadougou, Bobo-Dioulasso, Diébougou, Leo, Orodara, Ouagadougou, Toussiana. Ces zones ont été sélectionnées à la suite d'une revue de littérature sur la filière mangue suivies de visites exploratoires sur le terrain. Ces régions sont situées au centre de la vaste zone soudano-sahélienne de production de mangue en Afrique de l'Ouest comme présenté sur les cartes en figures 1 et 2.

Les acteurs concernés sont les producteurs, les commerçants grossistes, les transformateurs de mangue mais aussi des personnes ressources notamment des chercheurs qui s'investissent sur la filière mangue, des administrateurs publics impliqués dans la gestion des déchets comme les mairies, la police et les services de l'environnement.

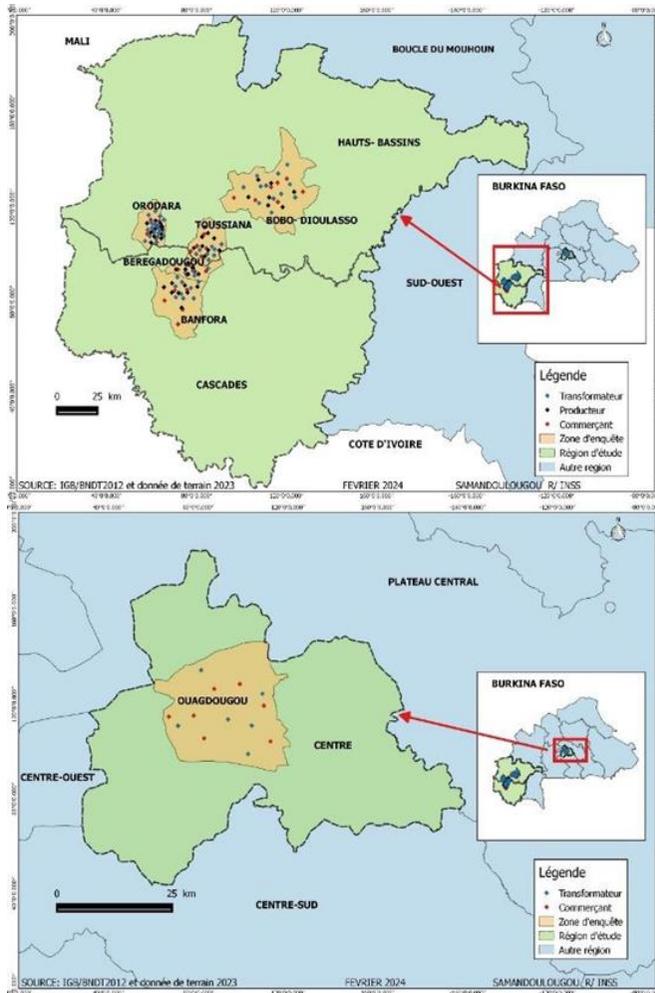


Figure 1. Carte de localisation des acteurs

Source: Réalisée par l'auteur

Au regard du nombre relativement élevé des acteurs au niveau national, composé de 7000 producteurs, près de 500 commerçants grossistes, 122 transformateurs enregistrés et environ une vingtaine d'exportateurs internationaux de mangues fraîches en 2023, il s'est avéré judicieux de sélectionner un échantillon représentatif.

Echantillonnage

Deux types de méthode d'échantillonnage ont été déployés :

L'échantillonnage aléatoire stratifié retenu pour la collecte des données quantitatives. Les strates sont constituées des groupes d'acteurs des différents maillons de la filière.

Pour la collecte des données qualitatives, la méthode d'échantillonnage raisonné est appliquée. Car il permet d'avoir l'essentiel des informations auprès de personnes ressources. Ainsi ces dernières sont sélectionnées sur la base de leur implication dans la filière. Les acteurs interviewés ont été retenus selon leur forte capacité économique à produire et/ou à transformer et/ou à commercialiser la mangue. A ce niveau, les critères tels que la taille de l'unité (volume de mangue utilisé), le statut social de l'acteur dans la coopérative/confédération ont été considérés.

La formule utilisée pour déterminer la taille de l'échantillon (n_i) à partir d'une population totale (N) est une variante de la formule de Taro Yamane (ou Yamane's formula). Avec une marge d'erreur souhaitée (e) (exprimée en proportion, par exemple 0,05 pour 5%), la formule se présente comme suivante:

$$n_i = \frac{N}{1 + N * e^2}$$

Cette formule est couramment utilisée dans les études de sondage et d'échantillonnage pour déterminer une taille d'échantillon représentative de la population totale tout en tenant compte d'une marge d'erreur acceptable. L'échantillon retenu est présenté dans le tableau 1. Il indique:

unité de Transformation (58) : Ils constituent la catégorie la plus importante, principalement concentrée dans les Hauts-Bassins, indiquant une activité de transformation de mangues particulièrement dynamique dans cette région.

producteurs (41) : Présents uniquement dans les régions des Cascades et des Hauts-Bassins, avec une absence totale dans le Centre dû probablement à l'état du climat et aussi à l'urbanisation (ayant entraîné l'accaparement des terres agricoles) qui ne sont pas favorable à la

production des produits agricoles, ce qui pourrait indiquer une limitation dans la production de mangues ou une dépendance sur les régions voisines pour l'approvisionnement. Le centre est surtout une zone de commercialisation et quelque de fois de transformamtion des mangue.

Commerçants grossistes (10) : Répartis de manière équilibrée entre les régions, mais avec un nombre globalement faible, ce qui peut suggérer une distribution concentrée ou des circuits de distribution plus longs.

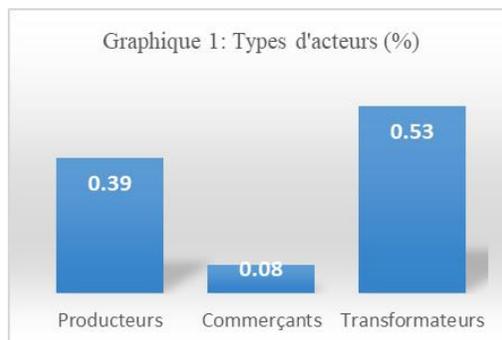
Personnes ressources (23) : Concentrées principalement dans le Centre, elles jouent probablement un rôle clé en fournissant des connaissances et des conseils techniques, compensant ainsi le faible nombre de producteurs et de transformateurs.

Tableau 1: Echantillon par région et par type d'acteurs

Régions	Unité de transformation	Producteurs	Commerçants	personnes ressources	Total/région
Cascades	12	9	2	3	24
Centre	3	0	4	15	22
Hauts-Bassins	43	32	4	5	77
Total/acteurs	58	41	10	23	132

Source: auteur

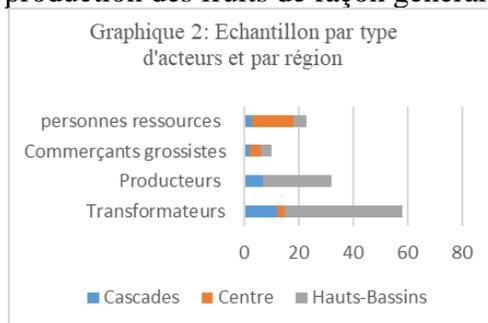
Le graphique 1 est un histogramme qui dresse la répartition des acteurs de l'échantillon composée de 53% de transformateurs, 39% de producteurs et 8% de commerçants grossistes comme indiqué par le graphique (1). Ce qu'il faudrait noter c'est que plus de 40% des transformateurs détiennent des fermes de production d'une part et certains exportent également des mangues fraîches.



Source : auteur

L'analyse par région (graphique 2) montre qu'il y a plus de transformateurs et de producteurs dans la région des Hauts bassins suivi des

cascades. La région des Hauts-bassins est considérée comme le grenier du pays en matière de production des fruits de façon générale.



Source : auteure

Collecte des données

Données primaires

Les questionnaires structuraient les interrogations autour de plusieurs axes clés à savoir :

Volumes de production : Quantité de mangues produites par saison.

Volumes de mangue utilisés: Quantité de mangues transformées, exportées, et ou consommé à l'état brut au niveau local

Volumes de déchets : Quantité de déchets générés à chaque étape de la filière (production, transformation, distribution).

Méthodes de gestion des déchets : Pratiques actuelles de gestion et d'élimination des déchets.

Opportunités de valorisation : Perception des acteurs concernant les possibilités de valorisation des sous-produits.

Données secondaires

Pour compléter les informations recueillies sur le terrain, des données secondaires provenant de diverses sources fiables ont été collectées dans les:

Rapports : Documents publiés par des institutions gouvernementales, agences de développement, et organisations internationales sur la filière mangue au Burkina Faso.

Études précédentes : Recherches académiques et études techniques antérieures portant sur la production, la transformation, et la gestion des déchets de mangue.

Statistiques disponibles : Données statistiques officielles sur la production agricole, les volumes de transformation, et les exportations de mangues.

Les données secondaires ont été utilisées pour :

Valider et trianguler les informations recueillies via les enquêtes de terrain.

Fournir un contexte historique et des tendances à long terme concernant la production et la transformation des mangues.
Identifier les lacunes dans les informations disponibles et orienter les questions supplémentaires pour les enquêtes de terrain.

En combinant ces deux sources de données, nous avons pu obtenir une image plus complète et plus précise de la situation actuelle de la gestion des déchets de mangue au Burkina Faso, ainsi que des pistes pour leur valorisation future.

Analyse des données: processus de caractérisation et quantification des déchets

La caractérisation a été faite sur la base de l'observation et la déclaration des acteurs.

Concernant la quantification des déchets, les données de l'enquête terrain ont révélé que près de 80% des acteurs ne disposent pas de statistiques formelles sur ces quantités générées. Seuls ceux qui disposent d'un cahier de charge à jour connaissent avec exactitude la quantité de déchets issus de leur activité. Pour le besoin de l'exercice, la différence des quantités de matière première réellement vendues (niveau producteurs) ou transformées en produits finis (niveau transformateurs) par rapport aux quantités de mangues produites ou achetées a permis de donner une estimation des quantités de pourriture. Les quantités des autres déchets ont été extrapolées.

Au niveau production

Le processus de quantification des déchets a consisté, à quantifier d'abord la production de mangue fraîche au niveau des vergers notée q_i^t pour le producteur i à l'année t . La production nationale Q_p^t pour l'année t est calculée par la sommation des valeurs individuelles.

$$Q_p^t = \sum_{i=1}^p q_i^t$$

Puis les quantités de mangues fraîches affectées à chaque maillon (transformation, commercialisation locale, exportation) sont calculées. A ce niveau, les parts de la production allouées à la transformation noté Q_T^t celles de la consommation locale q_C^t et à l'exportation q_E^t sont connues. Ainsi la quantité de déchet générée au niveau de la production est déduite par soustraction des quantités de mangues vendues et autoconsommées.

$$D_p^t = Q_p^t - \sum_{j=1}^{J-1} q_j^t$$

j définit le maillon.

Au niveau transformation

La quantification des déchets au niveau de la transformation a considéré deux valeurs en fonction du type de transformation. La première valeur qui estime à 65% (Agence Régional de Développement des Hauts-Bassins, 2020) le pourcentage de déchet généré par la transformation en sèche lorsque le jus est récupéré et à 94% sinon (données d'enquête, 2023). Ceux produits par les usines de fabrication du jus et nectar sont estimés à 18,2% en moyenne des quantités de mangue fraîches reçues. L'analyse a considéré ces deux types de résidus. Ainsi les quantités de déchets au niveau transformation sont compris entre 65% et 94% des quantités de mangues fraîches reçues.

$$D_T^t = \left[65\% Q_T^t ; 94\% Q_T^t \right]$$

Pour être plus fin, pour la collecte des données primaire, la tine de mangue a été utilisée comme unité de mesure. Une tine équivaut à 35 kilogrammes (kg) de mangue. Elle est fréquemment employée dans le milieu par tous les acteurs. Et par exemple sur une tine de 35 kg, seulement 2 kg de mangue séchée y sont produites laissant 94% de sous-produits.

Consommation locale et exportations

Au niveau de la consommation locale et des exportations, les pourcentages moyens des quantités de déchets générées sont estimés respectivement à 22% (données d'enquête) et 30% (Chambre de commerce et d'industrie du Burkina Faso, 2020).

On a alors

$$D_C^t = (22\% Q_C^t)$$

pour la consommation locale

$$D_C^t = (30\% Q_C^t)$$

Pour des exportations

En fin, les quantités moyennes annuelles des déchets ont été calculées pour chaque maillon et la sommation des quantités de déchets de tous les maillons a donné les quantités au niveau national.

La moyenne pondérée des quantités moyennes annuelles des déchets des maillons est déterminée suivant la formule ad hoc ci-dessous.

$$\overline{D}_{it} = \frac{1}{P} \sum_{j=1}^J \sum_{t=1}^T \sum_{i=1}^p \alpha_{itj} d_{itj}$$

Où qd_{itj} désigne la quantité de déchets générés par l'individu i du maillon j au temps t . Ces moyennes ont été ajustées à la suite du calcul des écarts-types par la formule

$$\sigma = \sqrt{\frac{1}{p} \sum_{t=1}^T \sum_{i=1}^p d_i^2 - \overline{D}_j}$$

Ces écarts moyens absolus sont calculés dans le souci de s'assurer qu'il n'y a pas de données aberrantes et que les moyennes sont significatives.

En ce qui concerne les données qualitative, l'analyse du contenu est effectuée. Ainsi la triangulation a été faite avec les données quantitatives et celles présentes dans les rapports d'activités des acteurs.

Résultats et interprétation

Les caractéristiques socioéconomiques des acteurs de la filière mangue au Burkina Faso présentées dans le tableau 2 révèlent une forte disparité en termes de genre et de niveau d'instruction, avec une dominance masculine chez les producteurs et les transformateurs, et une forte présence féminine chez les commerçants. Les producteurs et transformateurs sont relativement plus âgés et expérimentés, ce qui peut être un atout pour la continuité des pratiques traditionnelles mais aussi un défi pour l'intégration de nouvelles technologies. Bien que 48,1% des producteurs, 25% des commerçants, et seulement 2,4% des transformateurs soient sans niveau d'instruction formel, plus de 90% de ces acteurs sont alphabétisés. Le niveau élevé d'alphabétisation, surtout chez les transformateurs, est un indicateur positif pour l'amélioration continue des pratiques de transformation et de gestion, mais également intéressant dans une perspective de renforcement des capacités des acteurs ou de vulgarisation des résultats.

Les transformateurs ont en moyenne 15 ans d'expérience, les producteurs 22 ans, et les commerçants 18 ans. Ces chiffres soulignent l'importance des acteurs sélectionnés dans l'échantillon.

Tableau 2. Profil des acteurs de la filière manguse au Burkina Faso

Caractéristiques socioéconomiques		producteurs	commerçant	Transformateur
Age moyen		47	42	45
Sexe (%)	F	2	76	14
	H	98	24	86
Niveau d'instruction (%)	aucun	48,1	25	2,4
	primaire	25,9	50	33,3
	Secondaire	22,3	25	40,5
	Supérieur	3,7	0	23,8
Niveau d'alphabétisation (%)		95	97	100
Nombre d'année d'expérience		22	18	15

Source : Résultats d'enquête réalisée par l'auteure 2023

La figure 3 présente un graphique en secteurs illustrant la répartition des acteurs de la filière mangue au Burkina Faso selon leur appartenance ou non à une organisation.

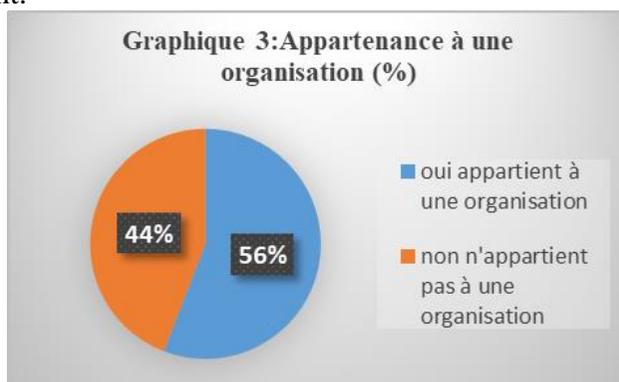
Appartenance à une organisation (56%) :

La majorité des acteurs de la filière mangue (56%) appartiennent à une organisation. Cela inclut potentiellement des coopératives, des associations professionnelles ou des syndicats.

Non-appartenance à une organisation (44%) :

Une proportion significative des acteurs (44%) n'appartient pas à une organisation.

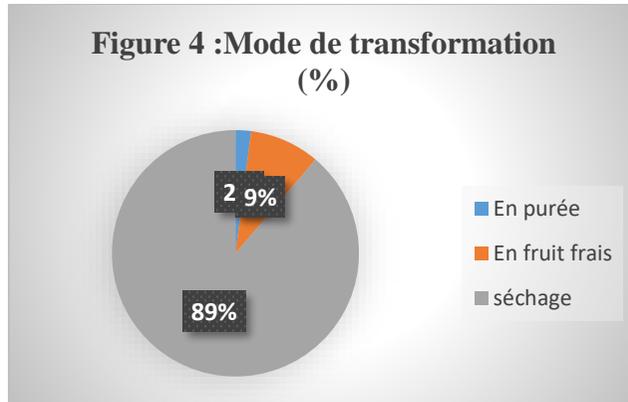
Ces acteurs peuvent être isolés, ce qui peut limiter leur accès à des informations cruciales, à des réseaux de soutien et à des opportunités de développement.



Source: auteure

La figure 4 présente un graphique en secteurs illustrant la répartition des modes de transformation des mangues. La transformation par séchage (89%), la transformation en fruits frais (9%), la transformation en purée (2%)

traduit que la majorité de la mangue est séchée par les industries de transformation au Burkina Faso. L'industrie de transformation en purée reste à la traîne. Il n'y a que deux grandes usines présentes dans ce domaine. Les petites unités sont nombreuses mais disposent d'une faible capacité de transformation.



Source : auteure

Quantification des déchets de la chaîne de valeur mangue Volet production

La colonne (Q_p) dans le tableau 3 présente les productions brutes annuelles de mangue fraîche enregistrée au Burkina Faso les huit (8) dernières années de 2016 et 2023. Cette production varie entre 150000 tonnes (année 2017) et 271501 tonnes. (D_p) fournit l'évolution des quantités de déchets générés au niveau du maillon production. Le maillon produit en moyenne annuelle 32733,3 tonnes de déchets. Cela représente 15% des quantités de mangues fraîches produites. Ces déchets sont constitués des quantités de mangue non vendues et des mangues tombées dans les vergers.

Une augmentation de la part destinée à la transformation surtout celle en purée qui ne représente que 2% permettrait de résorber d'avantage les quantités non vendues. En outre les tractations routières et la mauvaise état des routes ne favorisent pas souvent le transport des vergers vers les centres de consommation.

Tableau 3 Evolution des productions de mangues fraiches et des quantités de déchets générés dans le maillon production

Année	(Q_p) Production totale de mangue fraiche	(Q_T) Quantité de mangue fraiche destinée à la transformation	(Q_C) Quantité de mangue fraiche consommée au niveau national	(Q_E) Quantité de mangue fraiche destinées à l'exportation	(D_p) Quantité de déchets issus de la production	Taux de déchet par rapport à Q_p
2016	200000	52844,6	67155,4	50000	30000	0,151
2017	150000	39633,4	50366,6	37500	22500	0,149
2018	197372	56458,9	61964,3	49343	29605,8	0,150
2019	243358	64300,7	81714,1	60839,5	36503,7	0,152
2020	271503	73003,0	89898,8	67875,75	40725,4	0,149
2021	199240	64710,0	54834,0	49810	29886	0,150
2022	244666	62430,0	84369,6	61166,5	36699,9	0,147
2023	239637,19	60257,0	83525,3	59909,27	35945,6	0,151
Moyenne	218222,01	59204,70	71728,50	54555,50	32733,3	0,15

Source: Auteure

Au niveau de la transformation

Au Burkina Faso, l'industrie de la mangue se caractérise principalement par l'export de mangues fraiches conditionnées, le séchage de mangue et la fabrication de jus. En moyenne les transformateurs reçoivent une quantité qui varie entre 6 tonnes à 7401 tonnes par cycle/saison de transformation. Il faut noter qu'un transformateur s'approvisionne chez plusieurs producteurs.

Le tableau 4 indique les quantités de mangue fraiche destinées à la transformation ainsi que les quantités de déchets qui y sont générées. Les quantités de mangue fraiche destinées à la transformation varient entre 39633,4

tonnes (année 2017 colonne Q_T) et 73003 tonnes représentant en moyenne 26,42% de la production nationale de mangue. Cette part est relativement

faible et ne permet pas d'absorber la production locale. La colonne (D_T) fournit les quantités des déchets dans le maillon transformation. Ces quantités sont en moyenne de 35633,4 à 51241,8 tonnes. Ils sont constitués essentiellement des mangues déclassées non conforme ou avarié, aux peaux et noyaux et aussi des jus extrait pendant le processus de séchage.

L'analyse par maillon des données primaires a indiqué une moyenne des pourcentages moyens des quantités de déchets générés au niveau de la transformation de 45,35% avec un taux plus élevé de 94,16% et un minimum d 12,5%. En outre, la quantité des déchets bruts produits est fonction du type de transformation réalisée et de la taille de l'unité. Les pourcentages sont

élevés au niveau de la transformation de séchage, suivi de celle en purée et en fin celle en fruits frais. En effet, en moyenne, la transformation de sèche produirait entre 65% et 94% de déchets et le second atteindrait 24% par rapport aux mangues brutes acquises.

Selon les propos de deux transformateurs illustre parfaitement cette idée:

Transformateur à Toussiana «L'unité de mesure le plus connu du milieu se mesure en termes de 35 kilos de mangue. 35 kilos de mangue équivalent à une caisse de mangue que les transformateurs notamment les sécheurs connaissent et ont tous l'habitude de payer. Avec ces 35 kilos de mangue fraîche, tu en sors avec 2 kg de mangue séchée, le premier choix et Le reste, c'est que des déchets et de l'humidité».

Transformateur à Bobo-Dioulasso «Quand la mangue est épluchée, coupée fraîchement, ça contient de l'eau. Toute cette eau s'ajoute aux déchets. Donc, dès que tu as 35 kilos de mangue tu t'en sors avec 33 kilos de déchets, et tu en sors 2 kg de mangue séchée et c'est des pertes».

Par type de déchets, les données collectées révèlent que les pourritures atteignent en moyenne 18%, les mangues avariées 34%, les peaux et noyaux et autres sous-produits comme le jus représente 42% de la quantité brutes de mangues acquises.

Tableau 4: Evolution des quantités de mangue achetée et des déchets générés au niveau transformation (exprimées en tonnes)

Année	(Q_P) Quantité de mangue fraîche	(Q_T) Quantité de mangue initialement destiné à la transformation (t)	Quantité de déchets issus de la transformation en purée	Quantité de déchets issus de la transformation en sèche		(D_T) Quantité totale de déchets issus de la transformation		Taux de déchet par rapport à Q_P		Taux de déchet par rapport à Q_T	
				estimé à 65%	estimé à 94,4%	estimée à 65%	estimée à 94,4%	estimé à 65%	Estimé à 94,4%	estimé à 65%	Estimé à 94,4%
2016	200000	52844,6	1352,4	29540,1	42901,3	30892,5	44253,7	0,154	0,221	0,58	0,84
2017	150000	39633,4	865,6	22670,3	32924,3	23535,9	33789,9	0,157	0,225	0,59	0,85
2018	197372	56458,9	1187,9	32455,8	47135,8	33643,7	48323,7	0,170	0,245	0,60	0,86
2019	243358	64300,7	832,1	35357,4	51349,8	36189,5	52181,9	0,149	0,214	0,56	0,81
2020	271503	73003,0	684	45009,9	65368,2	45693,9	66052,2	0,168	0,243	0,63	0,90
2021	199240	64710,0	911	38808,9	56362,5	39719,9	57273,5	0,199	0,287	0,61	0,89
2022	244666	62430,0	1092	36679,5	53269,9	37771,5	54361,9	0,154	0,222	0,61	0,87
2023	239637,1	60257,0	2076	35544,6	51621,7	37620,6	53697,7	0,157	0,224	0,62	0,89
Moyenne	218222	59204,7	1125,1	34508,	50116,7	35633,4	51241,8	0,163	0,235	0,60	0,86

Source: Estimation faite par l'auteure à partir des données d'enquête 2023

Volet commercialisation/consommation locale

La quantité moyenne de mangue fraîche destinée à la consommation locale est estimée à 71728,50 tonnes (colonne Q3 du tableau 5) et 55948,2 tonnes réellement consommé. Le marché local absorbe entre 50 à 75% de la production. Les quantités de déchets qui découlent de ce maillon atteignent en moyenne 15780,3 tonnes soit 07,23 % de la production brute et 22% de la quantité destinée à la consommation. Ces déchets sont constitués de mangues pourries, des noyaux et peaux rejetés après consommation et des quantités de mangue non vendues. Ces déchets ne bénéficient d'aucun traitement et et sont laissés à l'air libre.

Tableau 5: Evolution des quantités de mangues fraîches et des déchets générés dans le maillon consommation locale (exprimée tonnes)

Année	(Q_p) Production totale de mangue fraîche	(Q_C) Quantité de mangue fraîche destinée à la consommation locale	Quantité de mangue fraîche réellement consommée au niveau local	(D_C) Quantité de déchets issus de la consommation locale	Taux de déchet rapport à Q_p	Taux de déchet rapport à Q_C
2016	200000	67155,4	52381,2	14774,2	0,0739	0,220
2017	150000	50366,6	39286	11080,6	0,0739	0,219
2018	197372	61964,3	48332,2	13632,1	0,0691	0,212
2019	243358	81714,1	63737	17977,1	0,0739	0,220
2020	271503	89898,8	70121,1	19777,7	0,0728	0,219
2021	199240	54834,0	42770,5	12063,5	0,0605	0,224
2022	244666	84369,6	65808,3	18561,3	0,0759	0,299
2023	239637,09	83525,3	65149,7	18375,6	0,0767	0,220
Moyenne	218222,01	71728,50	55948,2	15780,3	0,0723	0,220

Source: calculs faits par l'auteure

Volet exportation

Au niveau du commerce extérieur, la quantité moyenne de mangue fraîche destinée à l'exportation est estimée à 54555,50 tonnes (colonne Q4 du tableau 6) soit 25 % de la production nationale et 38188,85 tonnes réellement consommé. Les unités d'export de mangues fraîches perdent 30% de leur production en déclasserment de mangues entières et 07,5 % de la production brute de mangue. Les quantités de déchets qui découlent de ce maillon atteignent en moyenne 16366,65 tonnes soit et 30% de la quantité destinée à la consommation. Ces déchets sont constitués de mangues pourries et declassées non conforme à l'exportation. Les mesures dragonniennes que subissent les exporteurs laisser de coté une quantité enorme de manque non conforme.

Tableau 6: Evolution des quantités de déchets générés dans le maillon commerce extérieur (exprimée tonnes)

Année	(Q_p) Production totale de mangue fraîche	Q_E Quantité de mangue fraîche destinées à l'exportation	Quantité de mangue fraîche réellement exportée	(D_E) Quantité de déchets issus de l'exportation	Taux de déchets rapport à Q_p	Taux de déchet rapport à Q_E
2016	200000	50000	35000	15000,0	0,075	0,319
2017	150000	37500	26250	11250,0	0,074	0,317
2018	197372	49343	34540,1	14802,9	0,076	0,300
2019	243358	60839,5	42587,6	18251,9	0,073	0,338
2020	271503	67875,75	47513,05	20362,7	0,074	0,293
2021	199240	49810	34867	14943,0	0,075	0,3
2022	244666	61166,5	42816,5	18350,0	0,0750002	0,308
2023	239637,09	59909,27	41936,47	17972,8	0,07500008	0,30000032
Moyenne	218222,01	54555,50	38188,85	16366,65	0,075	0,3

Source: calculs faits par l'auteur

Au niveau national

Le tableau 7 présente l'évolution des quantités annuelles de mangues fraîches (présenté dans la colonne Q_p) et des déchets générés en tonnes au niveau national (colonnes D_{Total1} et D_{Total2}). Au niveau national, la production brute annuelle de mangue fraîche enregistrée au Burkina Faso les huit (8) dernières années de 2016 et 2023 varient entre 150000 tonnes (année 2017) et 271501 tonnes. La filière dégage entre 100513,7 et 116122 tonnes de déchets chaque année soit l'équivalent de 46,2% à 53,4% de la production nationale de mangue fraîche. Le coût d'opportunité associé à cette quantité de déchet constitue une perte énorme pour la filière et l'économie nationale. Une meilleure utilisation de ces déchets améliorerait la compétitivité de la filière et fournirait des revenus supplémentaires conséquents aux acteurs directs d'une part mais la gestion optimale de ces déchets réduirait la pollution environnementale et favoriserait le vivre ensemble.

Tableau 7: Evolution des quantités annuelles de mangues fraîches et des déchets en tonnes au niveau national

Année	(Q_p) Production totale de mangue fraîche	D_{Total1} Quantité totale de déchet estimé à 65%	D_{Total2} Quantité totale de déchet estimé à 94,14%
2016	200000	90666,7	104027,9
2017	150000	68366,6	78620,5
2018	197372	91684,5	106364,6
2019	243358	108922,2	124914,6
2020	271503	126559,8	146918,1
2021	199240	96612,4	114165,9
2022	244666	111382,7	127973,1
2023	239637,09	109914,5	125991,6
Moyenne	218222, 1	100513,7	116122,0
Taux/ (Q_p)	-	0,468	0,541

Source : calculé par l'auteur

Discussion

La discussion a porté sur la méthode utilisée mais aussi les résultats obtenus. En effet certains auteurs comme Béraud et al. (2017) pour les déchets solides de façon générale ont utilisé la méthode mathématique pour estimer le volume des tas de déchets entreposé dans les ordures. Mais cette méthode est limitée car elle est spontannée et ne se base que sur l'observation sur la forme et la mesure des tas de déchets. Alors que la présente méthode en plus de cela a recueilli les déclarations des acteurs sur les quantités générées. Toutefois en termes de quantité, la majorité soit 80% des transformateurs n'ont pas une mesure exacte des déchets générés par leur activité; ce qui a rendu les estimations plus fastidieuses pouvant entâcher la qualité des résultats de la présente recherche. Pour palier cette contrainte, nous avons procéder au calcul de la différence entre les quantités de mangues achetées et celles réellement utilisées. Cela donne une idée approximative d'une partie des déchets en termes de pourriture et d'anormalité.

Les résultats obtenus dans la présente corroborent aussi en partie les résultats d'autres auteurs. En effet, Parrot et al, (2017) trouvaient également que pour 22 kg de mangues fraîches, on produisait 1 kg de mangue séchée et générait en moyenne près que 20 kg de déchets ou sous-produits. Pour le cas spécifique des Hauts-Bassins, l'agence régionale des Hauts bassins (2021), indique par exemple que la transformation seule produit actuellement la quantité la plus importante de bio-déchets, estimés à 40 000 T/an réparties sur une période de 5 mois de mi-mars à mi-août. Certains gisements sont très conséquents et peuvent atteindre jusqu'à 40 T/j pour certaines unités. Les

déchets issus des unités de transformation de mangue représentent en moyenne 63% des quantités de mangue reçues Agence Régional de Développement des Hauts-Bassins, 2021).

Quant à la chambre de commerce et d'industrie du Burkina Faso, ils révèlent que les unités d'export de mangues fraîches perdent 30% de leur production en déclassement de mangues entières.

Les unités de séchage de mangue produisent quant à elles plus de 60% de déchets. Ces déchets étant répartis comme suit : 50% de mangues fraîches déclassées, 25% d'épluchures et 25% de coeurs (noyaux + pulpe). Les noyaux correspondent entre 2 et 10% du poids total de la mangue.

Conclusion et implication économiques

Produit très périssable, la mangue génère une quantité importante de déchets et sous-produits. La quantification des déchets dans la filière mangue s'avère indispensable pour le cas du Burkina Faso. Car les résultats obtenus dans cette analyse montrent une quantité très importante de déchets générés chaque année dans la filière. En effet, le pays génère entre 100513,7 et 116122,0 tonnes de déchets en moyenne chaque année. On retrouve des déchets à toutes les étapes du cycle de vie de la mangue. Cela représente entre 46,2% et plus de 53,3% de la production de mangues fraîches. Finalement, cela reste un manque à gagner pour chaque maillon de la chaîne, qui voit sa compétitivité affectée d'une part par les charges de gestion de ces déchets, et de l'autre par le différentiel en valeur ajoutée pour le pays que ces déchets pourraient apporter s'ils trouvaient une valorisation appropriée.

Ces déchets s'amplifient face à de multiples contraintes que vivent les acteurs. Ce sont entre autre les difficultés de transport, les multiples coupures de courant électrique et d'eau, les pannes d'équipement, difficultés du commerce transfrontalier traduit par la lourdeur administrative; difficultés de coordination entre les producteurs. N'étant que rarement traités et le plus souvent entreposés à l'air libre, ils attirent les nuisibles en tous genres (insectes etc) et produisent des nuisances qui pourront ensuite impacter les sites de production, les futures récoltes ainsi que le voisinage. L'incitation à la valorisation des déchets passe nécessairement par l'estimation des différents impacts y afférents en fonction des actions menées et l'accessibilité de méthodes appropriées de valorisation de ces déchets par les acteurs directs. Ce qui recommande d'identifier la ou les meilleure(s) méthode(s) de gestion durable de ces déchets?

Remerciements

Nous sommes reconnaissants aux coordonnateurs du projet CAP-BFA financé par le Ministère des affaires étrangères du Danemark à travers le centre des bourses Danida (n°21-08-DTU) et à l'Institut de Recherche en science

appliquée et technologique (IRSAT)) du Burkina Faso. Cette recherche est réalisée en partie grâce à leur contribution financière et leur soutien matériel et administratif. Nos remerciements vont en particulier à l'endroit des professeurs Oumar Sanogo et Charles Parkouda, à Mr Karim Soma, aux docteurs Grégoire Kaboré, Haro Kayaba et Traoré/Kanté Hyacinthe pour leur collaboration.

Conflit d'intérêts : Les auteurs n'ont signalé aucun conflit d'intérêts.

Disponibilité des données : Toutes les données sont incluses dans le contenu de l'article.

Déclaration de financement : Les auteurs n'ont obtenu aucun financement pour cette recherche.

References:

1. Agence Régional de Développement des Hauts-Bassins. (2021). *Capitalisation des technologies innovantes de valorisation des biodéchets. Burkina Faso.*
2. Association professionnelle des commerçants et exportateurs de mangue du Burkina (A.P.E.M.A.B, 2023). *Commercialisation de la mangue au Burkina Faso : défis et perspectives. Dixième Atelier Bilan National Campagne Manges 2023.* 05 et 06 Décembre 2023, Bobo Dioulasso, Burkina Faso.
3. Béraud, H., Jadot, J., Barroca, B., Hubert, G., Bauduceau, N. (2017). Estimation du volume et de la nature des déchets produits par une innodation. Elément de réflexion pour l'élaboration d'une méthode. 12th congrès interpravent .Grenoble, France. Hal-01623810
4. Chambre de commerce et d'industrie du Burkina Faso (2020). *Rapport de l'étude sur la filière mangue dans les régions des Hauts – Bassins, des Cascades et du Centre.* 103 p. Burkina Faso.
5. Commission européenne (2018). *Analyse de la chaine de valeur mangue au Burkina Faso.* n°2 mars 2018. 6 p, Bruxelles, Belgique.
6. Drabo, C., Sanou, J., Nikiema, Z., Dao, A., et Sawadogo M. et al. (2022). Evaluation agronomique en pepiere de deux varietés de manguiers polyembryonnées utilisées comme porte-greffes au Burkina Faso. *International. Journal Of biological and Chemical Sciences.* 16(2) : 618-627. DOI : <https://dx.doi.org/10.4314/ijbcs.v16i2.9>
7. Kaboré, P. N., Barbier, B., Ouoba, P., Kiema, A., Somé, L., Ouedraogo, A. (2019). Perception du changement climatiq, impacts environnnementaux et stratégies endogènes d'adaptationpar les producteurs du Centre-Nord du Burkina Faso. *Vertigo. Volume 19.* n°1

8. Kiendrebeogo, T., Mopaté, L-Y., Kaboré-Zoungrana, C-Y. (2018). Effets de rations à base de déchets de mangue sur les performances pondérales et la qualité de la carcasse de porcs Korhogo en croissance au Burkina Faso. *Journal of Applied Biosciences* 129: 13039 -13049, ISSN 1997-5902.
9. Ministère des ressources animales et halieutique, (2021). *Plan de gestion des pestes et des déchets dangereux (PGPDD)*. Ouagadougou, Burkina Faso.
10. Ministère de l'Economie et des Finances (Juillet 2021). *Plan National de Développement Economique et Social phase II (PNDES II)*. Burkina Faso.
11. Ouedraogo, A., Kaboré, F. et Kaboré O. (2022). Perception de la fertilité des sols et stratégies d'adaptation des producteurs agricoles à Samandeni (Burkina Faso). *International. Journal Of biological and Chemical Sciences*. 16(4). ISSN 1997-342X.
12. Parrot, L., Klaver, D., Biard, Y., Kabré, E., et Vannière, H. (2017). Analyse de la chaîne de valeur Mangue au Burkina Faso", Burkina Faso.
13. Pichat, P. (1995). La gestion des déchets : un exposé pour comprendre, un essai pour réfléchir. Évreux, *Dominos Flammarion*, 124p.
14. Professionnel de la transformation de la mangue du Burkina (PTRAMAB) (2023). *Commercialisation de la mangue du Burkina: défis et perspectives*. Bobo-dioulasso, Burkina Faso.
15. Slimani, A., Salhi, B. et Souddi, M. (2019) *Caractérisation et quantification des Déchets de palier datier dans la région d'Adrar*. Mémoire de Master. Université Ahmed Draia-ADRAR;
16. Union Nationale des Producteurs de Mangue au Burkina Faso (UNPM-B) (2023). *Données statistiques de la production de mangue au Burkina Faso. Dixième Atelier Bilan National Campagne Manges 2023*. 05 et 06 Décembre 2023, Bobo Dioulasso, Burkina Faso.