

Réalités Du Processus D'extraction De Sucre Artisanal. Perspectives D'amélioration De La Qualité Du Sucre, Du Rendement Et De Réduction De L'émission De Gaz A Effet De Serre. Cas Du District De Mandritsara

RAKOTOBE Emilien¹, ANDRIANANTENAINA Jocel², LEHIMENA Eliana³, RAJESITERA Fabian⁴,
RASOANANDRASANA Emilienne⁵

^{1,2,3,4} EDGVM Email :

¹ EDGVM Email : remilien526@gmail.com

² EDGVM Email : andryjocel@gmail.com

³ EDGVM Email : eliana2663@yahoo.fr

⁴ EDGVM Email : rajesiterafabian74@gmail.com

⁵ EDGVM Email : rasoanandrasana@yahoo.fr

Corresponding Author: RAKOTOBE Emilien. E-mail: remilien526@gmail.com



Résumé : Le sucre reste un produit de première nécessité à Madagascar, avec une consommation moyenne de 7,73 kg par capita et une consommation nationale intérieure représentant la majeure partie de l'utilisation de l'ordre de 283.004,48 t pour l'année 2021-2022. Les origines de la production sucrière malgache sont anciennes et remontent au début des années 1920 pour les complexes de Brickaville et de Nosy-Be, à 1930 pour Namakia et en 1940 pour Ambilobe. L'unité de Morondava est plus récente et fonctionne depuis 1983. Les besoins du pays tournent aux alentours de 220.000 tonnes par an, selon le Centre malgache de la canne à sucre (CMCS) mais la production sucrière annuelle est stable à 90 000 t et n'arrive pas à satisfaire aux besoins nationaux. Cette chute s'explique par plusieurs facteurs, notamment la hausse des coûts de transport, la baisse des prix sur le marché mondial, la suppression de certains avantages commerciaux et une demande intérieure en constante progression, limitant les volumes exportables.

Le sucre artisanal existe dans toutes les régions de Madagascar mais la production n'arrive pas à satisfaire les besoins annuels de ces régions à cause des équipements/matériels rudimentaires et des méthodes de production traditionnelles à faible rendement de production. La descente dans la zone d'étude dans le district de Mandritsara a permis de connaître leur pratique avec une forte consommation en bois de chauffe pour la cuisson impactant sur les ressources forestières. La substitution de ces combustibles de cuisson avec la bagasse, résidu d'extraction de sucre permet de réduire à 51,1% les besoins en bois de chauffe. L'utilisation de la bagasse à la place du bois de chauffe permet d'éviter une émission de 10106,12 kg de CO₂ pour une extraction de sucre artisanale à partir d'1 ha de culture de canne à sucre.

Mots clés : canne à sucre, extraction sucrière, méthode traditionnelle, bois de chauffe, faible rendement, méthode améliorée, bagasse, réduction émission de GES.

Abstract: Sugar remains a staple product in Madagascar, with an average consumption of 7.73 kg per capita, and domestic consumption accounting for the bulk of use at around 283,004.48 t for the year 2021-2022. Malagasy sugar production dates back to the early 1920s for the Brickaville and Nosy-Be complexes, to 1930 for Namakia and 1940 for Ambilobe. The Morondava plant is more recent, and has been in operation since 1983. According to the Centre Malgache de la Canne à Sucre (CMCS), the country's needs are in the region of 220,000 tonnes per year, but annual sugar production is stable at 90,000 t, and is unable to meet national requirements.

This fall is due to a number of factors, including rising transport costs, falling world market prices, the abolition of certain trade advantages and steadily rising domestic demand, limiting exportable volumes.

Artisanal sugar exists in all regions of Madagascar, but production is unable to meet annual needs due to rudimentary equipment and traditional production methods with low yields. A visit to the Mandritsara district in the study area enabled us to gain an insight into their practices, with their high consumption of firewood for cooking having an impact on forest resources. Substituting these cooking fuels with bagasse, the residue from sugar extraction, reduces fuelwood requirements to 51.1%. Using bagasse instead of firewood avoids 10106.12 kg of CO₂ emissions for artisanal sugar extraction from 1 ha of sugarcane crop.

Key words: sugar cane, sugar extraction, traditional method, firewood, low yield, improved method, bagasse, greenhouse gases emission reduction.

1. Introduction

A travers le monde, le sucre reste de loin encore aujourd'hui le premier édulcorant, en assurant 86 % de la production mondiale (Claus, 1998) [1], même s'il se voit parfois concurrencer par les sirops d'amidon (isoglucose, dextrose...) et les édulcorants intenses (saccharine, aspartame, traumatine...). Il est aussi l'élément primordial de l'alimentation humaine.

Au début du XXI^e siècle, 106 pays dans le monde sont producteurs de sucre, 32 pays cultivent la betterave et 66 pays la canne à sucre, 8 pays les combinent sur leur territoire [2] : (Chine, Égypte, États-Unis, Japon, Maroc, Iran et Pakistan et France (*via* ses territoires ultra-marins)).

Depuis l'année 2014 jusqu'en 2022, le sucre a connu à travers le monde une variabilité de production [4] : 16 Mt en 1914, 160 Mt en 2010. Ce chiffre a atteint un record en 2017 avec 200 Mt et a enregistré une diminution allant de 170 Mt en 2019, 185 Mt en 2020 et 190 Mt en 2021 et 2022.

À Madagascar, le sucre est un produit essentiel, dont une grande partie est consommée localement. Selon le Centre malgache de la canne à sucre (CMCS), un malgache moyen consomme chaque année 7,73 kg de sucre [3]. Toutefois, malgré un secteur sucrier local encore présent, l'île fait face à une situation complexe où la production domestique peine à répondre aux besoins de la population.

Cependant, les exportations de sucre dans le pays, qui avaient culminé à 20 501,81 tonnes lors de la saison 2019-2020, ont chuté de manière significative. Cette baisse résulte de plusieurs facteurs, notamment la hausse des coûts de transport et la baisse des prix internationaux. De plus, une demande intérieure en plein essor laisse moins de place pour l'exportation.

L'industrie sucrière malgache connaît ainsi une double réalité : une production stable mais insuffisante, et une dépendance accrue aux importations pour satisfaire les besoins locaux. Sur les cinq dernières années, la production nationale est restée autour de 90 000 tonnes par an, avec un creux à 80 940,85 tonnes lors de la saison 2020-2021. Or, les exigences du marché intérieur s'élèvent à 220 000 tonnes annuellement, d'où la nécessité de recourir aux importations pour combler ce déficit.

Cependant, depuis 2022, les importations ont connu une réduction notable, atteignant 74 222,39 tonnes en 2022-2023. Cette baisse s'est inversée en 2023-2024, avec un rebond à 140 120,53 tonnes. Cela illustre la fragilité du secteur face aux fluctuations économiques et climatiques mondiales. Pour assurer une stabilité de l'approvisionnement, Madagascar doit impérativement réformer son secteur sucrier et renforcer sa compétitivité à l'international.

Le district de Mandritsara dans la région Sofia est connu depuis longtemps par la production de rhum et de sucre artisanal. Pour ce dernier, les produits finis ne présentent pas la qualité requise pour sa commercialisation le long de la filière de production

C'est dans ce cadre que ce travail de recherche s'est focalisé sur le développement de la production sucrière artisanale en focalisant sur l'amélioration de la pratique traditionnelle et des équipements/matériels rudimentaires. L'objectif est d'accroître le rendement de production tout en minimisant l'émission de gaz à effet de serre en utilisant les sous-produits d'extraction de sucre (bagasse) à la place du bois pour la cuisson dans l'optique de respecter non seulement sa qualité, sa texture fondante, sa saveur

riche et complexe à travers son goût authentique et profond, qui fait sa renommée mais aussi dans une démarche de développement durable, qui vise à protéger leur environnement.

2. Méthodologies

2.1. Situation du secteur sucrier Malgache

2.1.1. Situation antérieure

La canne à sucre, *Saccharum officinarum* est une herbacée vivace, qui, au cours de la maturation, produit une forte concentration de 12 à 14% de saccharose dans sa tige. A Madagascar, c'est aussi l'espèce de canne de bouche la plus appréciée et classée parmi les cannes nobles grâce à sa belle tige épaisse, tendre et fibreuse, riche en jus et en sucre.

Madagascar compte parmi les grands producteurs de canne à sucre en Afrique avec une production de 1 980 000 T en 1993.

La production de canne à sucre se fait de moins en moins à Madagascar, on importe plus qu'on produit, nous pouvons dire que la production sucrière n'arrive pas à satisfaire le besoin national.

Le tableau 1 récapitule cette situation

Tableau 1 : Récapitulatif du volume et valeur d'exportation et d'importation de sucre

Quantité (Mt)			Valeur (\$) : 10 000	
Année	1997	1998	1997	1998
Importation	2312	2628	706	780
Exportation	135	69	102	66

Source : FAO, 1992

Ce tableau montre la faiblesse de l'exportation nationale en sucre et l'importance de l'importation pour satisfaire les besoins nationaux.

2.1.2. Situation actuelle

Le secteur sucrier est fragile face aux fluctuations économiques et climatiques mondiales. Pour faire face à cette situation, une réforme de ce secteur est impérative pour assurer une stabilité de l'approvisionnement dans l'optique de renforcer sa compétitivité à l'international. Depuis l'année 2016 jusqu'en 2020, la figure 1 montre la stabilité de la production sucrière à Madagascar à environ 90 000 t/an. Par contre pour cette même période, l'exportation a enregistré une variabilité selon la figure 2

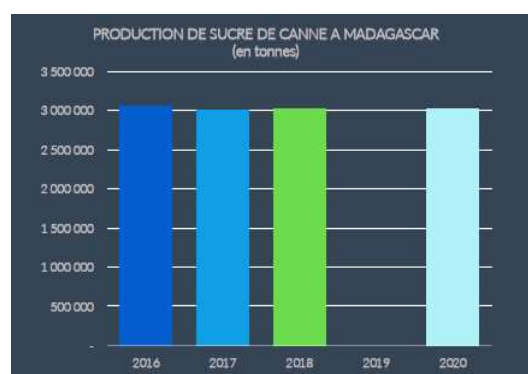


Figure 1 : Production de sucre de 2016 à 2020 (Source : EDBM)



Figure 2 : Exportation de sucre (Source : EDBM)

Cette variabilité de la production, de l'exportation et de l'importation a été enregistrée pour les saisons 2019-2020 à 2023-2024. Le tableau 2 et la figure 3 confirment

Tableau 2 : Variabilité de l'exportation et importation et stabilité de la production en sucre

Saison	2019-2020	2020-2021	2022-2023	2023-2024
Production sucre (t)	90 000	80 940,85	90 000	90 000
Exportation de sucre (t)	20 501,81			
Importation sucre (t)			74 222,39	140 120,53

Source : [3]

2.2. Zone d'étude : District de Mandritsara

Le District de Mandritsara est l'un des districts de la région Sofia, qui est composé de 12 fokontany. Mandritsara est une communauté principalement rurale où la vie est étroitement liée à l'agriculture à savoir comme le riz, le manioc, les bananes, la canne à sucre et aux traditions locales.

La population du District de Mandritsara, qui compte environ 17 000 habitants avec une densité de 1,77 hab/km², est composée d'ethnies et de race cosmopolite, la prédominance de l'ethnie Tsimihety est plus marquée.

2.2.1. Localisation

Le District de Mandritsara se trouve sur la côte Nord de Madagascar notamment dans la province de Mahajanga et s'étend sur une superficie de 9 604 km².

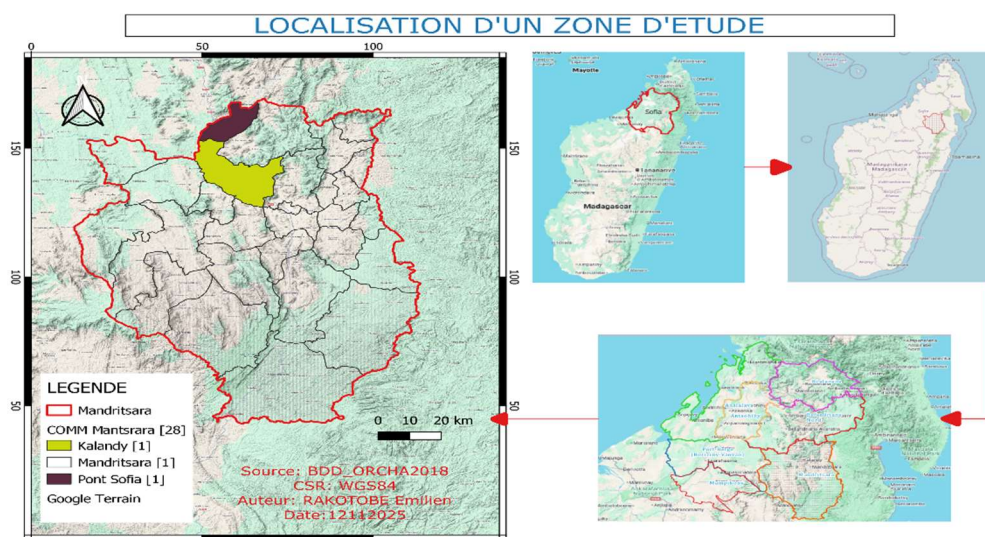


Figure 3 : Carte de localisation du district de Mandritsara

2.2.2. Situation climatique

Le District de Mandritsara est caractérisé par un climat tropical avec deux saisons bien marquées : une période sèche s'étale généralement du mois de Mai à Octobre ; tandis qu'une période humide s'étend du mois de Novembre à Avril.

La température moyenne est de 22°C avec des valeurs moyennes de 20°C au minimum et de 25°C au maximum. Le mois le plus chaud est entre Septembre et Octobre.

2.2.3. Structure pédologique

Le sol du District de Mandritsara est composé de trois grands types de sol :

- Sols ferralitiques jaune/rouge formant les hauts plateaux

- Sols hydromorphes formant les plaines
- Complexe lithosol et sols peu évolués.

Une partie de terrain est de type cristallin dont le système graphite, d'infra-graphite et de granite.

2.2.4. Formation végétale

Le district était réputé par ses couvertures forestières denses. Malheureusement, avec les feux de brousse incessants et les cultures sur brûlis, ces forêts se trouvent dégradées ne laissant apparaître que de lambeaux forestiers bien localisés.

Le district de Mandritsara est dominé par les savanes herbeuses de l'Ouest à *Hyparrhenia rufa* et aussi des savanes herbeuses du Moyen Ouest

2.2.5. Pluviométrie

La pluviométrie est caractérisée par une forte irrégularité. La saison humide commence en général au mois de décembre. Les pluies se concentrent sur 4 mois de l'année (décembre à avril). On peut assister à des précipitations violentes de quelques heures pendant la journée.

Dans l'ensemble, la variation des pluies est moins nette et la pluviométrie annuelle se situe entre 1 100 à 1 900 mm. Malgré le nombre élevé de mois secs, la pluviosité est favorable à la riziculture et aux cultures sur tanety.

2.2.6. Sauvegarde de l'environnement

2.2.6.1. Etat de lieu : Le district de Mandritsara dispose 254 741 ha de forêt existante dont 42 400 ha de forêt protégée et 517 ha de forêt détruite. Les raisons principales de la déforestation restent l'absence de prise de conscience de la population sur l'importance de la forêt dans le cycle de la vie en général et de l'eau en particulier. Ce qui favorise encore les pratiques non conservatrices comme les feux de brousse, le défrichement pour culture sur brûlis et l'exploitation illicite de la forêt.

2.2.6.2. Problèmes environnementaux

La pratique traditionnelle des cultures sur brûlis et des mises à feu pour le renouvellement des pâturages figurent parmi les problèmes environnementaux du district. L'environnement continental se dégrade actuellement par suite de déforestation amplifiée et la pratique des techniques traditionnelles comme le *tavy*.

La région est également confrontée à des risques énormes qui nécessitent des mesures adéquates pour les contourner. Parmi ces risques on peut citer la dégradation des bassins versants, la pollution de l'eau, l'érosion côtière, l'insuffisance de la mise en valeur du réseau hydrographique, l'envasement et ensablement des lacs et rivières, ainsi que l'exploitation irrationnelle des ressources halieutiques.

3. Processus de production de sucre traditionnelle

La production de sucre artisanal à Madagascar repose sur des techniques traditionnelles, transmises de génération en génération. Cette méthode de fabrication artisanale permet d'obtenir un sucre d'une grande pureté, riche en saveurs et respectueux de l'environnement.

Le processus comprend respectivement : la coupe canne, la coupe de ferment, le broyage, l'extraction de jus et la cuisson.

3.1. Les coupes canne et coupe de ferment

Les coupes se font manuellement et l'extraction de jus à partir d'équipement rudimentaire à faible productivité.



Figure 4 : Coupe canne



Figure 5 : Coupe de ferment (aromatiser le sucre produit)

3.2. L'extraction du jus de canne à sucre

Après avoir passé par la coupe les cannes à sucre sont broyées pour en extraire le jus, qui sera par la suite filtré et épuré. Ce procédé permet d'éliminer les impuretés présentes dans le jus de canne, tout en conservant ses saveurs caractéristiques.



Figure 6 : Moulins traditionnels

3.3. La cuisson du jus de canne à sucre

Le jus de canne à sucre est ensuite cuit à feu doux pendant plusieurs heures, jusqu'à l'obtention d'une mélasse épaisse et onctueuse. Cette étape cruciale requiert une attention particulière, car la température et la durée de cuisson influencent directement la qualité du sucre obtenu. Les artisans malgaches maîtrisent parfaitement cet art délicat, qui leur permet d'obtenir du sucre artisanal aux saveurs incomparables.



Figure 7 : Marmite de cuisson du jus



Figure 8 : Louche pour mélanger le jus et enlever les impuretés

3.4. Consommation en combustible de cuisson

Pour la fabrication de sucre artisanale, le bois de chauffe est le combustible le plus utilisé. La descente dans le district de Mandritsara a permis de voir la réalité sur place sur le mode de cuisson et d'extraction de sucre.



Figure 9 : Foyer à trois pierres pour la cuisson de jus

3.5. Avantages et inconvénients du processus traditionnel

Le processus de production de sucre artisanal présente des avantages et des inconvénients. Comme avantages, cette activité développe l'économie rurale par le biais de la création d'emplois et l'accroissement du revenu des ménages producteurs. Du point de vue production, le sucre local a un impact sur la réduction du volume d'importation sucrière du pays et influe sur l'amélioration de la réserve en devise.

Par contre, cette activité menace la biodiversité par la destruction des ressources forestières et l'émission de gaz carbonique néfaste à l'environnement.

4. Amélioration du processus de production sucrière

La majorité des différents équipements utilisés pour la transformation des jus de canne en sucre artisanal sont archaïques et cela influe sur le rendement de production de sucre artisanale et impacte sur la source de revenu des producteurs. Pour faire face à cette situation, des améliorations sont envisagées et focalisées sur :

- Le moulin
- Les équipements/matériels utilisés au niveau du processus de production artisanale ;
- Les équipements/matériels utilisés pour la cuisson du jus de canne
- Les équipements/matériels utilisés au niveau de la consommation de combustible

4.1. Au niveau du moulin

L'objectif consiste à remplacer le moulin traditionnel à faible productivité par un moulin à haut rendement de production. Dans ce cadre, le moulin doit :

- être nettement plus productif, rentable et efficace, que les systèmes mis en place antérieurement,
- être le moins cher possible afin d'être à la portée des transformateurs. C'est-à-dire amortissable dans un délai raisonnable (3 ans),
- être le plus solide possible afin de résister aux conditions d'utilisations locales souvent rudes,
- être simple, pour que les artisans locaux soient en mesure de se dépanner eux-mêmes,
- être conçu afin de pouvoir réaliser un maximum de pièces dans un atelier local,
- être simple d'emploi



Figure 10 : Moulin en fonte



Figure 11 : Moulin à traction animale

4.2. Au niveau des équipements/matériels d'extraction, de cuisson, de filtration et de cristallisation

Les équipements modernes utilisés permettent une extraction du jus et une transformation plus rapide, augmentant ainsi le rendement de production. Puis, ils produisent un sucre de meilleure qualité et plus pur grâce à des processus de purification avancés.

Parmi ces équipements modernes on peut citer entre autres :

- les centrifugeuses et presses hydrauliques : De nos jours, des machines plus modernes comme des centrifugeuses ou presses hydrauliques sont utilisées pour extraire le jus de canne à sucre, remplaçant les méthodes manuelles et animales.
- les évaporateurs sous vide : Les évaporateurs modernes permettent une évaporation plus contrôlée du jus de canne, réduisant les pertes et améliorant l'efficacité du processus de cristallisation.
- le cristalliseur : les cristalliseurs modernes permettent d'obtenir un sucre plus pur et plus raffiné, en utilisant des procédés thermiques et chimiques avancés pour favoriser la cristallisation du sucre.
- le système de filtration et d'affinage : des systèmes de filtration à plusieurs étapes (charbon actif, filtres à sable) sont utilisés pour purifier davantage le jus et éliminer les impuretés.

En bref, les équipements traditionnels privilégient l'authenticité et la simplicité, tandis que les équipements modernes offrent une production plus rapide, plus propre, et plus rentable.

4.3. Au niveau de la consommation en combustible

Les innovations technologiques permettent une meilleure gestion des déchets : produits générés pendant la fabrication du sucre, en recyclant les résidus comme la bagasse pour l'utiliser comme énergie de substitution à la place du bois ou en les utilisant pour d'autres applications comme les engrais qui serviront ensuite à l'amendement de sol de culture de la canne à sucre.

Dans le cadre de la valorisation matière et énergie, les déchets issus de l'extraction du jus de canne peuvent être transformés en brique combustible ou utilisés pour la fabrication de produits dérivés à travers l'utilisation des fibres de canne pour l'utiliser en artisanat.

4.4. Au niveau des facteurs d'accroissement du rendement de production

Les équipements utilisés pour la production de sucre artisanal sont tous archaïques et à faible rendement. Pour accroître ce rendement de production, il faut voir le flow-Sheets de production depuis la collecte en passant par le pesage, le lavage de canne, la coupe canne, le broyage, le moulin et les équipements de conditionnement

En ce qui concerne les équipements de collecte, de pesage, de lavage de canne, de coupe canne et du broyage, il faut les remplacer par des équipements à haut rendement de production. Avant de remplacer ces équipements suscités, il faut envisager d'accroître la superficie de plantation.

Pour le cas du moulin, il faut voir chaque équipement entre autres :

- Presse manuelle ou moulins à traction animale : il faut la remplacer par des presses mécaniques motorisées au lieu d'actionner par animal ;
- Moulins simples, souvent actionnés par des animaux ou des hommes : il faut la remplacer par des presses mécaniques motorisées au lieu d'actionner par animal ou par homme tout cela permettra d'accroître la vitesse de production
- Foyer ou chaudron : utilisé après l'extraction du jus, celui-ci est chauffé dans de grands chaudrons en métal ou en argile, souvent au feu et la cristallisation du sucre. Pour ces équipements, il faut accroître la capacité de ces matériels
- Passoire ou filtre : pour séparer les impuretés du jus, des passoires ou des filtres en tissus sont utilisés afin d'obtenir un liquide plus pur avant la cuisson.
- Moules en bois ou en métal : Après la cuisson, le sucre ou le sirop est versé dans des moules pour qu'il se solidifie et prenne forme. Pour les moules, il faut augmenter le nombre de ces moules pour l'atteinte de l'accroissement du rendement de production.

5. Discussions

La production de sucre artisanal a besoin de source d'énergie pour transformer la canne à sucre en sucre artisanal. Le bois de chauffe est le combustible le plus utilisé dans le district de Mandritsara. L'utilisation de cette ressource forestière est néfaste à l'environnement à cause de l'émission de gaz à effet de serre, jouant un grand rôle au réchauffement climatique. Ce travail montre que pour produire du sucre à partir d'1 ha de culture de canne à sucre avec un rendement de culture de 60t/ha, on aura besoin de 57 000 kg de bois de chauffe produisant 4470 kg de sucre ou 4,470 t. L'émission de gaz carbonique est de 20919 kg/kWh. L'amélioration de la technique de production de sucre artisanal permettra de réduire de 51,1% cette émission de gaz carbonique entraînant par la suite une réduction de la coupe en bois et évidemment une préservation de notre ressource forestière.

Des questions se posent entre autres :

- La vulgarisation de cette technologie de production de sucre artisanal aura-t-elle un effet bénéfique pour le district de Mandritsara ?
- Peut-on envisager des impacts directs et indirects palpables à l'adoption de cette technologie améliorée de production de sucre artisanal non seulement pour le district de Mandritsara mais aussi pour le pays tout entier ?
- Est-ce qu'il est possible de dupliquer ladite technologie améliorée de production de sucre artisanal dans d'autres localités ou d'autres régions ?
- Peut-on élaborer un modèle écologique de production de sucre à partir de « *Saccharum Officinarum* » pour assurer un développement durable du district de Mandritsara ?

6. Résultats

Les résultats comprennent respectivement les données collectées auprès des producteurs de sucre artisanal dans la zone d'étude ainsi que les résultats correspondant aux améliorations apportées.

6.1. Résultats obtenus auprès des producteurs de sucre artisanal locaux

La descente au niveau des producteurs de sucre artisanal a montré que pour 10 kg de canne à sucre, on a obtenu 4 l de jus, 0,745 kg de jus de canne et 9,45 kg de charbon de bois.

Tableau 3 : Production de sucre artisanal

Etat initial : Production sucre artisanal	
Poids canne (kg)	10
Jus (l)	4
Bagasse (kg)	-
Sucre (kg)	0,745
Bois de chauffe (kg)	9,45

Les producteurs de sucre artisanal considèrent la bagasse comme des déchets et n'ont aucune utilisation spécifique. Ils les jettent dans les ordures.

Le rendement d'extraction est de 40% pour la production de jus et 7,45% en sucre et enfin 94,5% par rapport au combustible consommé. Ainsi, on peut dire que la technique artisanale de production de sucre artisanal est très énergétivore.

6.2. Résultats obtenus après amélioration

Après quelques améliorations des équipements/matériels de production de sucre artisanal et de l'utilisation de la bagasse à la place du bois de chauffe, on a pu constater que le combustible utilisé a nettement diminué de :

$23,43 - 11,32 = 12,11$ kg seulement de combustible consommé. Le tableau 4 récapitule cette situation.

Tableau 4 : Production de sucre après amélioration de quelques équipements/matériels.

N° : Essais Extraction de sucre	Poids total de canne (kg)	Jus (L)	Durée extraction (h)	Bois de chauffe (KG)	Sucre (kg)	Bagasse (kg)
1	3,63	3,5	1,4	5,4	0,75	0
2	3,46	3,33	1,89	3,43	0,54	4,3
3	3,11	3	1,26	2,85	0,62	1
4	3,11	3	1,3	2,5	0,58	1,4
5	3,11	3	1,2	2	0,58	0,85
6	3,11	3	1,26	2,75	0,56	1,25
7	4,15	4	1,1	4,5	0,88	2,52
Total	23,7	22,83	9,41	23,43	4,51	11,32
Rendement (%)	100	96,33		98,86	19,03	51,10
		Ce rapport montre que l'équipement de production de sucre est très fiable		Ce rapport montre que la production de bagasse réduit la consommation en combustible	Rendement en sucre par rapport à la canne)	Utilisation en même temps de voies de chauffe et de bagasse)

La figure 12 montre la courbe d'évolution récapitulative de chaque essai d'extraction de sucre.

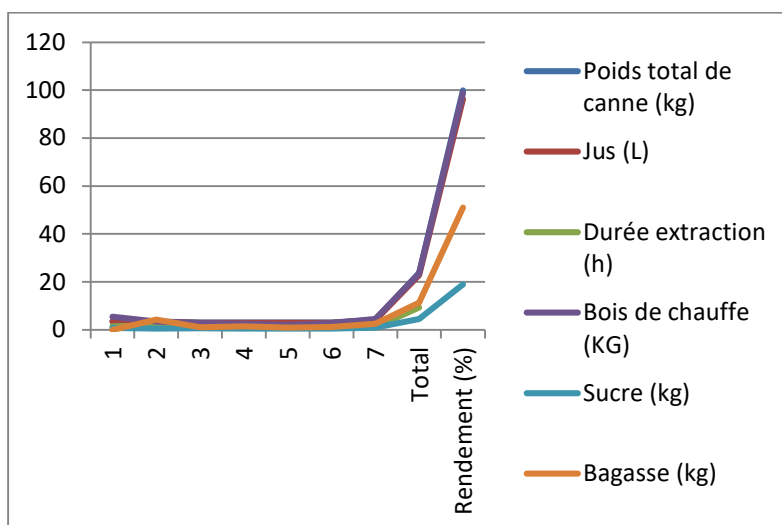


Figure 12 : Courbe récapitulative de chaque essai d'extraction de sucre après amélioration

Cette courbe montre qu'au lieu d'utiliser la bagasse à la place du bois de chauffe, on a obtenu une réduction du rendement de 51,1% au lieu de 98,86% par l'utilisation du bois de chauffe seulement.

6.3. Etude comparative de l'extraction de sucre artisanale et améliorée

En utilisant la même quantité de canne de 10 kg, le tableau 5 informe l'avantage issu de l'amélioration d'équipements et matériels utilisés et en employant la bagasse comme combustible à la place du bois de chauffe.

Tableau 5 : Avantage de l'amélioration apportée avec utilisation de la bagasse au lieu du bois de chauffe

Etat initial : Extraction de sucre Artisanale		Etat amélioré : extraction améliorée	
Poids canne (kg)	10	Poids canne (kg)	10
Jus (l)	4	Jus (l)	5,44
Bagasse (kg)	-	Bagasse (kg)	3,92
Sucre (kg)	0,745	Sucre (kg)	1,0132
Bois de chauffe (kg)	9,45	Bois de chauffe (kg)	0

La figure 13 donne un petit aperçu de l'avantage de l'extraction de sucre améliorée

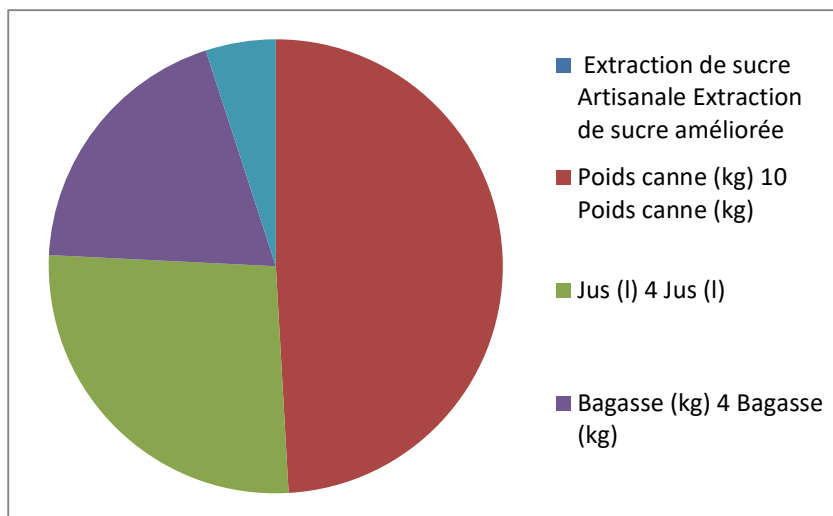


Figure 13 : Courbe comparative de l'extraction de sucre artisanale et améliorée

6.4. Evaluation de la réduction d'émission de gaz carbonique après les améliorations envisagées

Avant d'évaluer la réduction d'émission de gaz carbonique, il faut voir deux cas : l'état initial en utilisant les méthodes et équipements rudimentaires et l'état amélioré où on a utilisé des nouveaux équipements de production.

a) Etat initial

La technique traditionnelle de production de sucre artisanale dans le district de Mandritsara utilise le bois comme combustible pour l'extraction de sucre artisanale. Cette pratique consomme beaucoup de bois de chauffe pour la cuisson. La descente sur terrain dans le district de Mandritsara a permis de constater que pour produire 0,745 kg de brique de sucre, il en faut 9,5 kg de bois de chauffe seulement pour la transformation de 10 kg de canne à sucre. Or, nous savons qu'une seule famille dispose d'1 ha de culture de canne pour un rendement culturale de 60 t/ha, c'est-à-dire que 60 000 kg pour seulement 1ha de culture. En raisonnant dans ce sens, et en faisant une projection, on devra consommer 57 000 kg de bois soit 57 tonnes pour 1 ha de culture de canne.

Ainsi, le pouvoir calorifique du bois de chauffage dépend avant tout de son taux d'humidité, l'essence de l'arbre dont il est issu étant moins importante sur ce plan. « Ce sont les bois les plus denses, qui produisent le plus de chaleur à poids égal ». Le meilleur rendement énergétique d'une essence est obtenu à un taux d'humidité inférieur à 20 %. En effet, 1 kg de bois à 0 % d'humidité dégage 5 kWh.

En effet, le PCI du bois sec à 0% d'humidité est de 5kwh/kg et avec 50% de carbone. En divisant le taux de carbone par le pouvoir calorifique, on a :

$0,5/5 = 0,100$ kg de carbone et on connaît que le gaz carbonique est 3,67 fois plus sous forme de CO₂, soit $0,100 \times 3,67 = 0,367$ kg de CO₂/kWh.

En raisonnant avec les 57 000 kg de bois pour 1 ha, l'émission de CO₂ est de 20 919 kg, soit 20,919 tonnes.

b) Etat Amélioré

Avec l'état amélioré, on a une réduction de la consommation en combustible de 51,1% au lieu de 98,86%. En raisonnant avec le résultat obtenu à l'état initial que 20919 kg de CO₂ seront émis par la consommation de 57000 kg de bois de chauffe pour l'extraction de sucre artisanal à partir d'1 ha de canne à sucre.

Ainsi, 20919 kg de CO₂ correspond à 98,86% pour le cas initial et pour le cas amélioré de 51,1% émettent donc : 10812,87 kg de CO₂.

Etat	Superficie de canne (ha)	Rendement de production en canne (kg)	Bois de chauffe/Bagasse consommé pour l'extraction de sucre (kg)	Emission CO ₂ (kg/kWh)	Pourcentage (%)
Initial	1	60000	57000	20919	98,86
Amélioré	1	60000	30660	10812,88	51,10

Ce tableau montre l'utilisation de la bagasse à la place du bois de chauffe permettra de réduire de 51,1% l'émission de gaz carbonique pour la production de sucre artisanal à partir de 1 ha de culture de canne à sucre pour un rendement de production de canne de 60 tonnes par ha.

7. Conclusion

Ce travail de recherche a mis en évidence la réalité sur le processus d'extraction de sucre artisanal dans le district de Mandritsara. Il met en exergue la pratique d'extraction de sucre locale à travers l'utilisation des équipements/matériels rudimentaires, manuels et à faible rendement de production. Cette pratique a un impact significatif sur leur source de revenu. L'amélioration de cette pratique traditionnelle que ce soit au niveau des équipements/matériels de transformation ou de cuisson permettra d'accroître leur productivité en sucre artisanal. De plus, l'utilisation de la totalité ou une partie de la bagasse à la place du bois de chauffe permettra de réduire non seulement 51,1% de la consommation en combustible mais aussi l'émission de gaz carbonique de 10812,88 kg au lieu de 20919 kg de CO₂ correspondant à l'extraction de sucre à partir d'1ha de culture de canne à sucre.

Références

- [1]. Claus R. La production mondiale de sucre. Grandes masses et principaux producteurs. Comptes Rendus de l'Académie d'Agriculture de France, 1998, 84 (8), pp. 5-15.
- [2] Sébastien ABIS et Thierry POUCH IRIS-Géopolitique du sucre- Éditions - Novembre 2023
- [3] <https://www.capmad.com/fr/news/agribusiness-fr/marche-du-sucre-consommation-en-hausse-et-exportations-en-declin/>, consulté le 09/06/25
- [4] Groupe Économie et Géopolitique - UTB – P. Baboux 07/05/2025
- [5] <https://newsmada.com/2025/01/15/production-sucriere-un-marche-stable-mais-dependant-des-importations/> consulté le 09/06/25