

ÉTUDE SUR LA MANGUE TRANSFORMÉE



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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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



Financé par
l'Union européenne

Ce document est un chapitre qui s'inscrit dans l'étude de secteur sur la mangue. Cette étude explore la faisabilité technique et économique des différentes activités de transformation et de valorisation des déchets. Les autres chapitres sont disponibles ici : [ressources.colead](https://www.colead.com/ressources)

Table des matières

1	MANGUE SÉCHÉE	4
1.1	Qu'est-ce que la mangue séchée ?	4
1.1.1	Mangue séchée à l'air	4
1.1.2	Mangue confite	5
1.1.3	Mangue lyophilisée	5
1.1.4	Poudre de mangue lyophilisée	5
1.1.5	Rouleaux de mangue séchée/fruits séchés	5
1.1.6	Barres de mangue séchée/fruits séchés	5
1.1.7	Mélanges de noix et de fruits secs	5
1.1.8	Cuir de mangue/fruits	6
1.2	Certifications, normes de qualité, etc.	6
2	DEMANDE	7
2.1	Marchés finaux (pays)	7
2.2	Qui sont les clients, distributeurs et consommateurs finaux types ?	8
2.3	Comment le produit arrive-t-il sur le marché final, quelle est la structure de la chaîne de valeur ?	10
2.4	Tendances du marché	11
2.4.1	Produits alimentaires exotiques	12
2.4.2	Aliments riches en nutriments	12
2.4.3	Consommation éthique et durable	13
2.4.4	Clean label (ou étiquette propre)	13
2.4.5	Aliments frits à l'air et peu transformés	14
3	APPROVISIONNEMENT	14
3.1	Fournisseurs du marché	14
3.2	Saisonnalité, variété et disponibilité	16
3.3	Processus de séchage	17
3.3.1	Aperçu du processus	17
3.3.2	Indicateurs de production	18
3.3.3	Étape 1 : Réception et maturation	18
3.3.4	Étape 2 : Épluchage et découpe	20
3.3.5	Séchage	21
3.3.6	Finition et conditionnement	21

3.3.7	Entreposage et transport.....	22
3.3.8	Problèmes fréquents liés au séchage de la mangue.....	23
3.4	Technologie.....	24
3.4.1	Introduction	24
3.4.2	Lavage et tri	24
3.4.3	Caisses et chambres de maturation	25
3.4.4	Réfractomètres et tableaux de maturité	26
3.4.5	Épluchage, découpe, prétraitement de la mangue et chargement sur des plateaux	28
3.4.6	Entreposage.....	28
3.4.7	Équipement d'injection d'azote	29
3.4.8	Balance plate-forme.....	29
3.4.9	Séchoirs de mangues.....	29
3.4.10	Entreposage frigorifique, finition, emballage.....	39
3.5	Ingrédients de succès.....	39
3.5.1	Disponibilité des matières premières et d'une stratégie d'approvisionnement	39
3.5.2	Bonne localisation de l'usine.....	40
3.5.3	Potentiel de diversification des produits.....	40
3.5.4	Équipe de direction compétente.....	41
3.5.5	Échelle.....	41
3.5.6	Production efficace et connaissance du prix de revient.....	42
3.5.7	Certification.....	42
3.6	Résumé des problèmes et opportunités	42

1. Mangue séchée

1.1 Qu'est-ce que la mangue séchée ?

La mangue séchée est la forme séchée du fruit, traditionnellement consommée comme en-cas. Elle est disponible dans huit formats (voir figure 1).



Mangue séchée à l'air



Mangue lyophilisée



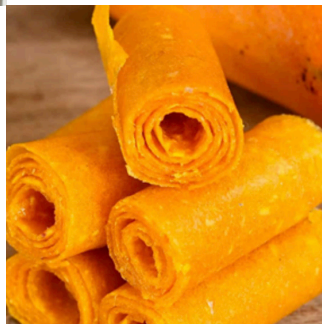
Mangue confite



Poudre lyophilisée



Mélange de noix et de fruits secs



Rouleau de mangue séchée



Barres de fruits

Figure 1. Les différents formats de la mangue séchée

1.1.1 Mangue séchée à l'air

Les morceaux de mangue sont séchés à l'air dans un séchoir spécial équipé de puissants ventilateurs pour créer des morceaux de mangue séchée, généralement découpés en bandes. Le séchage à l'air n'est pas une pratique courante, étant donné que la mangue fraîche est très humide et qu'elle a tendance à brunir quand elle est séchée au soleil. La source de chaleur peut prendre la forme d'éléments chauffants électriques, de brûleurs à gaz ou d'échangeurs de chaleur alimentés avec de la vapeur ou de l'eau chaude générée dans une chaudière à charbon, à biogaz ou à biomasse (coquilles de noix de cajou ou de noix de coco). Ce format gagne en popularité depuis plus d'une décennie. La mangue séchée est disponible en bandes, en gros morceaux, en joues ou en demi-joues.

1.1.2 Mangue confite

La mangue est déshydratée dans une solution de sucre (osmose inverse) et est parfois aussi séchée à l'air par la suite. C'était autrefois le format dominant des fruits séchés, mais il perd en popularité en raison de sa haute teneur en sucre ajouté. La mangue confite est plus facile à consommer, car le sucre casse les fibres du fruit. Des variétés de mangue plus fibreuses peuvent donc être utilisées dans la production. Cependant, le goût original de la mangue peut être en grande partie atténué par le sucre, et l'aspect du produit est un peu terne. Ce produit peut parfois avoir le goût et l'aspect de bonbons plutôt que de fruits séchés.

1.1.3 Mangue lyophilisée

Ce produit est surgelé à très basse température, ce qui déshydrate les morceaux de mangue et crée un produit très croustillant qui a un goût distinctif. Il s'agit d'une petite catégorie qui est surtout populaire aux États-Unis et principalement fournie par la Chine. Pour garder le produit sec et intact, la technique de production est complexe et implique une gestion rigoureuse de la logistique, de l'air et de l'humidité.

1.1.4 Poudre de mangue lyophilisée

Il s'agit d'une forme moulue de la mangue lyophilisée. Elle est utilisée pour saupoudrer des confiseries et des desserts et entre de plus en plus souvent dans la composition de compléments en poudre pour les smoothies, les boissons à boire avant l'exercice, etc.

1.1.5 Rouleaux de mangue séchée/fruits séchés

En Afrique du Sud, les rouleaux de mangue séchée ont été créés pour recycler les mangues trop mûres et la chair toujours attachée au noyau. Bien que le produit soit difficile à fabriquer, il présente un potentiel de croissance. Il s'agit en substance d'un produit haut de gamme fabriqué à partir de déchets. La chair de la mangue est réduite en pulpe, qui est disposée en fine couche dans des plateaux qui sont séchés à l'air dans des séchoirs. Une fois séché, le tapis de mangue séché est roulé comme une crêpe et découpé. La pulpe de mangue peut aussi être mélangée à de la pulpe d'autres fruits.

1.1.6 Barres de mangue séchée/fruits séchés

Les barres de fruits séchés associent de la mangue et d'autres fruits avec des céréales. Elles peuvent être produites avec de la pulpe de mangue, éventuellement mélangée à de la pulpe d'autres fruits. Une autre technique consiste à mouler des mangues de deuxième et troisième qualité et à extruder le produit obtenu dans la forme d'une barre.

1.1.7 Mélanges de noix et de fruits secs

Il s'agit de mélanges de noix et de mangue séchée et autres fruits secs. Ces mélanges sont souvent produits avec de petites chutes de bandes de mangue séchée.

1.1.8 Cuir de mangue/fruits

Il s'agit de pulpe de mangue qui est séchée en une fine bande plate de mangue. Ce produit est généralement commercialisé comme collation pour les enfants.

1.2 Certifications, normes de qualité, etc.

La mangue séchée, en particulier celle séchée à l'air, le format actuellement le plus populaire, est soumise à des normes de qualité claires. Le tableau 1 donne un aperçu de la norme pour la plupart des produits à base de mangue séchée.

Tableau 1. Aperçu de la norme pour la plupart des produits à base de mangue séchée

Humidité et texture	14-17 % d'humidité, dure mais humide, facile à consommer, non fibreuse, ne colle pas aux mains ni aux dents. Cette plage permet de préserver l'humidité du produit même après entreposage. Chaque client fixe sa propre plage d'humidité selon qu'il souhaite vendre de la mangue séchée en tant que produit mou, sec ou humide, avec des noix et des graines, etc.
Goût	Goût de mangue distinctif, sucré et légèrement complexe et sans goût de brûlé ni de conservateurs.
Couleur	Jaune vif ou orange clair, sans points noirs ou foncés ni taches blanches.
Forme	De préférence des doigts ou des bandes de 5-8 cm de long. Les importateurs veulent de plus en plus des morceaux, c'est-à-dire des bandes coupées en morceaux de 3 cm. Certains importateurs demandent également de fines joues ou des demi-joues, mais les consommateurs n'aiment pas ces formats, car ils durcissent et se dessèchent trop rapidement. Leur coût de production est élevé, car les petits morceaux secondaires sont inutilisables.
Variété	Toute variété peu fibreuse et ayant un goût de mangue distinctif peut être utilisée. Les variétés connues sont la Tommy Atkins, la Kent, la Keitt, l'Amélie, la Brooks et la Lippens. Les meilleures variétés sont à la fois sucrées et acides. Mais il y a même un marché pour les variétés plus acides comme l'Amélie, car beaucoup de consommateurs aiment les saveurs aigres-douces.
Texture	Il est important que le produit ne soit pas trop collant et que les morceaux ne collent pas entre eux ou qu'ils soient du moins faciles à séparer. La mangue séchée est conditionnée mécaniquement et, si les morceaux collent entre eux, ils ne peuvent pas être séparés par la machine et risquent de bloquer la ligne de conditionnement. La séparation manuelle est trop coûteuse en Europe et aux États-Unis.
Certification	Minimum la certification HACCP (Hazard Analysis and Critical Control Point, analyse des risques et points critiques pour leur maîtrise), idéalement aussi la certification BRC (British Retail Consortium). Les importateurs tolèrent les fournisseurs non certifiés HACCP s'ils prouvent qu'ils ont appliqué la plupart des principes HACCP et sont sur le point d'être certifiés. Il y a un petit marché pour le commerce équitable, mais en général, les magasins de commerce équitable achètent directement de petits volumes aux coopératives.
Emballage: sacs en plastique	Nouveaux sacs de vrac de 2,5 kg en polyéthylène de haute qualité de préférence bleus transparents pour repérer facilement les objets étrangers. Le produit doit avoir de l'espace dans le sac ; le conditionnement sous vide est donc à éviter, car il créera un grand amas de produit. Les importateurs demandent de plus en plus des sacs scellés sous atmosphère d'azote.
Emballage : cartons	Nouvelles boîtes en carton double cannelure (minimum) d'une capacité de 10, 15 ou 20 kg. Les boîtes de 20 kg doivent être d'excellente qualité pour éviter l'affaissement. Si les boîtes s'affaissent, les morceaux de mangue sont comprimés et collent entre eux, et sont donc rejetés.
Transport	Dans des conteneurs frigorifiques de 20 ou 40 pieds à 5 °C ; le produit peut être chargé sur des palettes, ou directement sur le plancher pour transporter un plus gros volume. Un conteneur de 40 pieds a une capacité de 20-21 tonnes et est la solution la plus économique.
Conservateurs	Les importateurs demandent de plus en plus souvent des produits sans conservateurs, c'est-à-dire sans soufre. L'acide citrique et ascorbique est autorisé pour les produits bio, mais n'a pas un effet positif sur la qualité ni la durée de conservation du produit. La mangue conventionnelle est soit plongée dans une solution de métabisulfite, soit pulvérisée avant séchage. Les limites maximales de résidus s'appliquent.

1 Mangue séchée

Le gros dilemme dans la production de mangue séchée à l'air porte sur l'utilisation ou non du soufre comme conservateur. Le soufre est très efficace pour prévenir la perte de couleur et d'humidité et pour empêcher que le produit devienne caoutchouteux. Une belle couleur éclatante est psychologiquement très importante, dans la mesure où elle indique aux consommateurs que le produit est fabriqué avec des fruits de qualité. Cependant, les consommateurs veulent de plus en plus éviter le soufre.

D'autres manières de préserver la qualité et la durée de conservation du produit sont les suivantes :

- respecter la chaîne du froid, en entreposant le produit dans une chambre froide adéquate à 5 °C et en le transportant dans des conteneurs frigorifiques ; une pièce équipée de climatiseurs n'est pas une chambre froide ;
- conditionner le produit dans des sacs et boîtes adéquats et limiter son exposition au soleil ;
- conditionner le produit sous atmosphère d'azote.



2. Demande

2.1 Marchés finaux (pays)

Les pays développés sont le principal marché de la mangue séchée. L'Europe est le marché qui importe les plus grands volumes d'Afrique. Les États-Unis importent la mangue séchée d'Amérique du Sud.

En Europe, l'Allemagne est le premier importateur de mangue séchée, suivie du Royaume-Uni, de la France, des Pays-Bas, de la Suisse et de l'Italie. Ces pays comptent tous de grandes entreprises importatrices comme Besana en Italie, HPW et Gebana en Suisse, et Farmer's Snack et Seeberger en Allemagne, qui distribuent eux-mêmes des fruits séchés dans de nombreux pays.

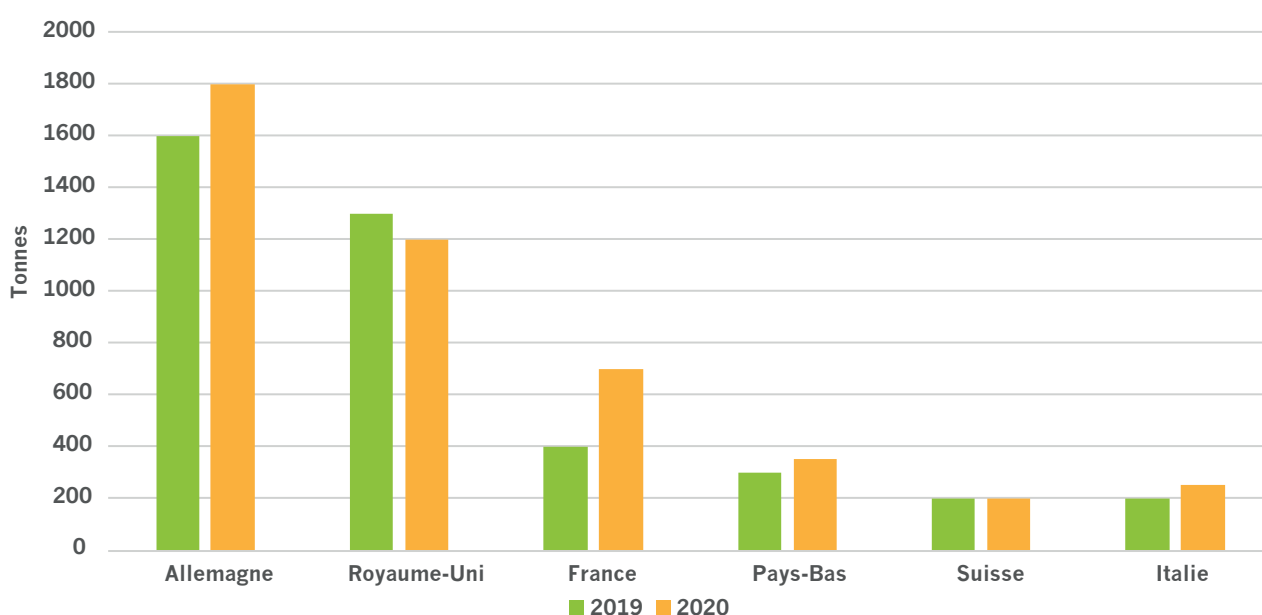


Figure 2. Principaux consommateurs européens de mangue séchée, en volumes d'importation (réexportation nette) (2019-2020)

Source : données d'Autentika Global basées sur des estimations de l'industrie.

2.2 Qui sont les clients, distributeurs et consommateurs finaux types ?

La mangue séchée est un en-cas cher. Elle n'est pas courante dans les supermarchés et marchés de la plupart des pays où elle est produite, excepté en Afrique du Sud et au Nigeria. Le produit est principalement destiné à l'exportation. La mangue séchée que l'on trouve dans ces pays producteurs est souvent un produit de deuxième qualité, rejeté à l'exportation.

Dans les pays développés, en revanche, la mangue séchée est devenue un en-cas courant. Elle est vendue dans la plupart des magasins de détail, ainsi que dans les bars à café, les magasins d'autoroute et d'autres magasins qui fournissent des repas de midi aux employés de bureau. On en trouve dans les grandes chaînes de restauration comme Starbucks, Pret A Manger et Boots et les grandes enseignes de détail comme Tesco, Rewe, Albert Heijn, Carrefour.

Certaines différences entre les pays méritent d'être soulignées. Les pays où la mangue est bien établie ont une distribution plus large, ont développé une variété de formats innovants, ont davantage de marques et ont tendance à proposer un produit de meilleure qualité.

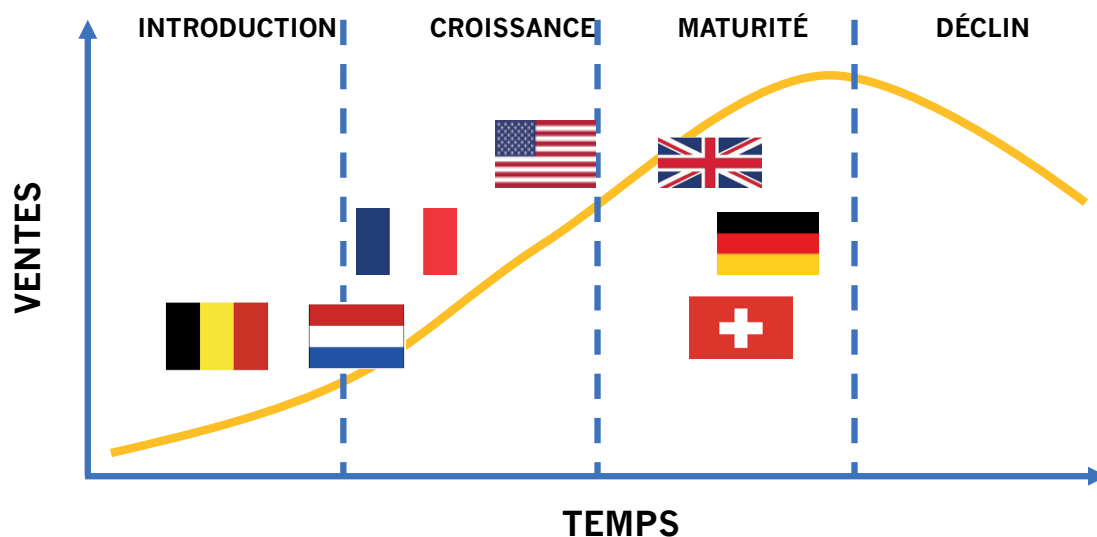


Figure 3. Cycle de vie du marché

Les pays importateurs de mangue séchée les plus avancés sont le Royaume-Uni, l'Allemagne et la Suisse. Dans le cas de la Suisse, c'est la consommation par habitant, et non le volume global, qui est élevée, vu la faible population du pays. De plus, la Suisse ne fait pas office de plateforme de redistribution pour les importateurs. Ces pays sont des marchés matures qui proposent de nombreux produits différents (barres, cuirs et en-cas à base de noix, etc.) de diverses marques établies. Dans le cas de l'Allemagne, le goût de mangue est tellement recherché qu'une innovation récente va jusqu'à enrober des noix de cajou d'une saveur mangue.

Viennent ensuite les États-Unis, qui ont une large distribution et innove en lançant de nouveaux concepts de tranches de mangue séchée et de produit lyophilisé.

La France et l'Irlande affichent une croissance de la distribution. En France, ce sont principalement des marques allemandes qui sont distribuées. Mais le pays se limite aux tranches de mangue séchée et n'innove pas vraiment.

Les Pays-Bas et la Belgique sont à la traîne, avec une mauvaise distribution dans la plupart des magasins de détail et une qualité de produit discutable. La plupart des produits de qualité sont vendus dans les marchés alimentaires locaux.

Les marchés scandinaves se sont montrés très intéressés par la mangue séchée, mais cette opportunité doit être explorée plus avant. L'Europe du Sud consomme de la mangue séchée, mais les habitants de ces pays n'ont pas le même pouvoir d'achat et ont une préférence culturelle pour les fruits locaux. Idem pour l'Europe de l'Est, qui est à la traîne en termes de pénétration des fruits tropicaux frais et d'autres produits alimentaires exotiques.

2.3 Comment le produit arrive-t-il sur le marché final, quelle est la structure de la chaîne de valeur ?

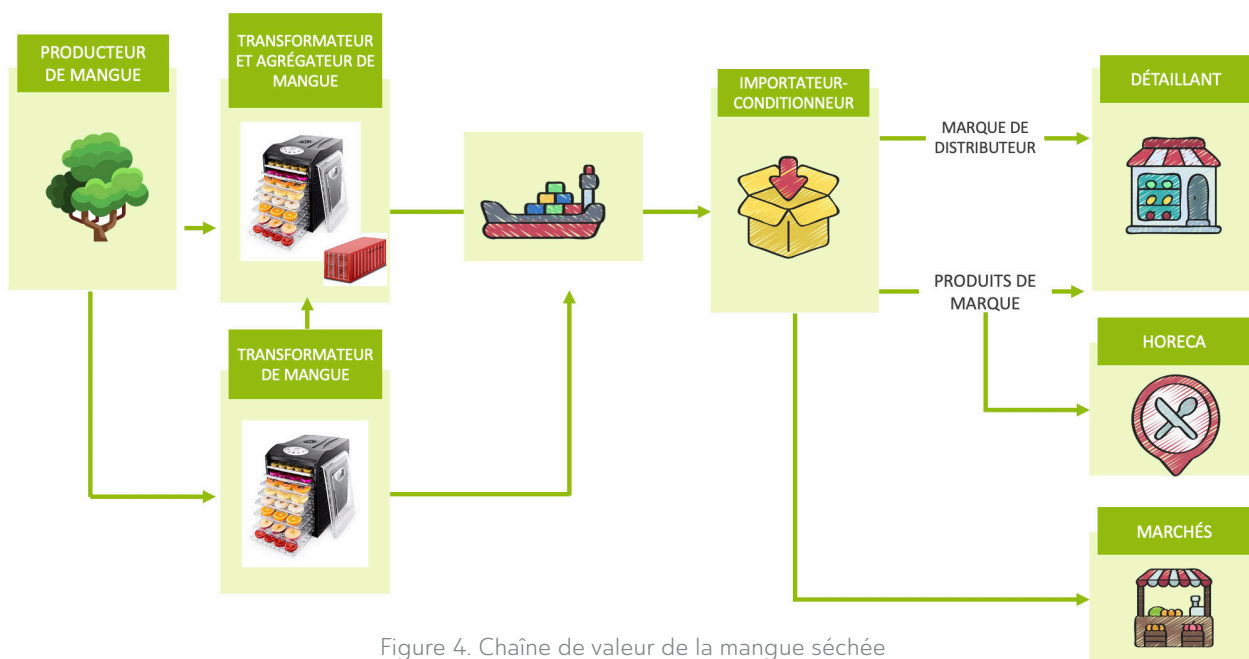


Figure 4. Chaîne de valeur de la mangue séchée

La chaîne de valeur est plutôt simple, et les exportateurs et importateurs jouent un rôle crucial dans celle-ci.

Les grandes usines de séchage de mangues, qui achètent les mangues aux producteurs proches, fabriquent la majorité de la mangue séchée. Il s'agit généralement d'usines modernes pleinement certifiées. Quelques grands exportateurs, d'Afrique de l'Ouest en particulier, achètent la mangue séchée à de nombreux petits fabricants qui sont incapables d'exporter directement le produit. Ils jouent un rôle d'exportateur-intermédiaire dans le processus et aident à consolider les volumes et à procéder au contrôle qualité de la chaîne d'approvisionnement. Ils mobilisent également un fonds de roulement. Certains d'entre eux possèdent leur propre usine et achètent en même temps à des tiers ; ils sont appelés « transformateur et agrégateur » dans la figure 4.

Le produit est fourni à des importateurs généralement spécialisés dans les fruits séchés et les noix ou dans un plus large éventail de produits alimentaires bio. Certains importateurs commercialisent le produit sous leur marque propre, tandis que d'autres permettent aux détaillants de vendre le produit sous leurs marques. Des combinaisons sont aussi possibles : les importateurs commercialisent leur marque dans les supermarchés haut de gamme, mais fournissent des produits de marque de distributeur aux discounters. Plusieurs grands importateurs ayant leur marque propre conditionnent le produit dans leurs installations, tandis que d'autres font appel à des conditionneurs à façon.

Il y a également de nombreux importateurs qui vendent à d'autres marques et à des co-conditionneurs. Par exemple, un importateur néerlandais peut vendre à un importateur allemand, qui conditionne ensuite le produit pour un détaillant local. Surtout dans le segment bio, où les volumes sont souvent limités, des intermédiaires sont impliqués. Et ici aussi, les combinaisons sont courantes : une partie est vendue à un détaillant, et l'autre est réexportée à un autre importateur.

Bien que les Pays-Bas ne soient pas un gros consommateur de mangue séchée, le pays compte plusieurs grands importateurs qui réexportent le produit en Europe, comme Berrico et Tradin, ainsi que de plus petits importateurs qui revendent également le produit, comme Horizon et AfriFruta.

L'Allemagne a plusieurs grandes marques. Seeberger, Kluth et Farmer's Snack importent directement, mais achètent aussi à d'autres négociants en Allemagne et aux Pays-Bas. Rapunzel et Biovisio sont des

importateurs de plus petite taille qui se concentrent sur la revente. Besana est un grand importateur italien. Au Royaume-Uni, Grencell et Preda sont des acteurs connus du commerce de la mangue.

Dans certains pays, les marchés alimentaires locaux restent un canal de distribution important des noix et fruits séchés. De petits importateurs fournissent ces vendeurs ambulants et offrent un débouché utile pour le produit qui ne peut pas être conditionné sur des lignes de conditionnement automatiques. Ils fournissent généralement des palettes plutôt que des conteneurs.

De nombreux magasins de commerce équitable achètent directement la mangue séchée à de petits producteurs des pays en développement, souvent regroupés en coopérative. Cependant, leurs volumes sont limités et souvent insuffisants pour remplir un conteneur, ce qui rend le transport coûteux. Par ailleurs, chaque pays exige des certifications différentes pour le commerce bio et équitable, ce qui augmente considérablement les coûts de certification.

Il y a également un grand degré d'intégration verticale dans le secteur. Gebana, HPW, Grencell, Tradin, AfriFruta et Biovisio sont tous des importateurs européens qui ont aussi investi dans la production en Afrique. Ils détiennent des parts dans les usines ou ont noué des partenariats à long terme dans le cadre desquels ils préfinancent par exemple l'équipement et le fonds de roulement.

Il y a également une grande différence entre l'Amérique du Nord et l'Europe. En Europe, les importateurs vont chercher le produit au port et s'occupent de toutes les formalités à partir de là. Aux États-Unis, en revanche, les clients, et même les importateurs, attendent de l'exportateur qu'il se charge de tout et qu'il livre le produit devant leur porte. Ils sont aussi beaucoup moins indulgents en cas de retard du produit ou de changements et ont tendance à imposer des pénalités. L'exportation aux États-Unis est donc beaucoup plus difficile. De plus, la concurrence de la mangue séchée mexicaine est féroce, ce qui fait aussi baisser les prix sur ce marché.

2.4 Tendances du marché

La consommation de mangue séchée a bénéficié de quelques tendances puissantes du marché liées à la santé et au bien-être, de l'intérêt porté à divers goûts, y compris de nouveaux fruits et aliments, et de la croissance des marchés des en-cas. Par ailleurs, les exigences croissantes en matière de durabilité et de sécurité alimentaire ont exercé une pression sur les fournisseurs et poussé le secteur à professionnaliser la production. Quelques tendances majeures affectant la demande et la chaîne d'approvisionnement sont décrites ci-dessous.

2.4.1 Produits alimentaires exotiques

Les goûts de fruits exotiques et tropicaux et les saveurs insolites deviennent populaires, car les clients sont en quête d'expériences de consommation nouvelles et inhabituelles. Cette soif d'exploration a sans doute été motivée par un désir d'échapper aux cycles répétitifs et de trouver une source de plaisir pendant la pandémie de Covid-19. De plus, beaucoup de clients pensent que les goûts de fruits exotiques et tropicaux présentent des bienfaits pour la santé (système immunitaire, détente, etc.).

Cette tendance continue de contribuer au succès de la mangue séchée dans les marchés occidentaux. Mais elle a aussi conduit à de nouveaux goûts innovants, comme la mangue séchée infusée avec du piment ou du citron vert.



Figure 5. Exotic fruits

2.4.2 Aliments riches en nutriments



Figure 6. Aliments riches en nutriments

Pendant la pandémie, beaucoup se sont tournés vers les médecines traditionnelles, comme les aliments sains, pour renforcer leur système immunitaire. Et aujourd'hui encore, cela reste une considération importante qui stimule l'intérêt pour les infusions, les superaliments, et les compléments de fruits et légumes en poudre. Ces aliments fonctionnels promettent d'être savoureux, tout en boostant les smoothies et les boissons en vitamines et minéraux naturels.

Le retour à un mode de vie moins sédentaire après la pandémie et le retour au bureau ont suscité un regain d'intérêt pour la perte de poids. Pour beaucoup de gens, il n'est pas suffisant de réduire leur consommation de calories ; ils veulent profiter d'aliments naturels, riches en nutriments et pauvres en glucides, comme des chips d'algues, des fruits déshydratés, du biltong de champignons, des boules d'énergie aux dattes, des collations contenant des céréales et graines anciennes ou encore des en-cas multi-céréales et graines comme la datte. Cet intérêt crée de nouvelles opportunités pour les fruits ainsi que pour les noix et les céréales.

Pour la mangue séchée, ces tendances offrent des opportunités, plus particulièrement dans les segments des en-cas sains et des compléments ; les superaliments en poudre peuvent en effet contenir de la poudre de mangue séchée.

2.4.3 Consommation éthique et durable

Partout dans le monde, les gens ont adopté une foule de nouveaux comportements alimentaires durables, comme la réduction du gaspillage alimentaire, qui est l'un des gestes les plus efficaces pour prévenir la catastrophe climatique. Pour beaucoup, cette tendance revient à se tourner vers les aliments entiers, comme les fruits et légumes peu transformés. Pour d'autres, il s'agit de s'assurer que les aliments qu'ils consomment aient un impact minimal sur l'environnement.



Figure 7. Consommation éthique

La mise en place d'une production plus durable, la réduction des déchets et l'amélioration des conditions de travail sont autant d'histoires positives qui peuvent aider à améliorer le potentiel commercial des produits.

2.4.4 Clean label (ou étiquette propre)



Figure 8. Clean eating

Les jeunes consommateurs adoptent le « clean eating » (ou alimentation propre) qui privilégie les aliments entiers (par exemple, fruits et légumes, viandes maigres et bons gras) et évite les produits transformés ou emballés. La tendance du clean label a évolué : elle ne met plus seulement l'accent sur les conservateurs ajoutés, mais inclut aussi de nombreux produits « sans », comme les substituts de viandes d'origine végétale, les produits sans gluten ou encore les produits laitiers sans lactose.

2. Demande

Selon Market Data Forecast, les ventes mondiales des composants clean label, comme les colorants et arômes naturels, l'amidon et les édulcorants, les ingrédients à base de fruits et légumes, les farines, etc., passeront de 38,8 milliards de dollars en 2021 à 64,1 milliards de dollars en 2026, soit un taux de croissance annuel composé de 6,8 %¹.

La traçabilité et la capacité à conserver un statut de mangue séchée « sans » pourraient gagner en importance à l'avenir.

2.4.5 Aliments frits à l'air et peu transformés

Ces quelques dernières années ont vu les friteuses à air chaud devenir des électroménagers courants. Cette tendance est stimulée par un intérêt général pour la préparation d'aliments allégés en matières grasses, plus sains et peu transformés. Pour beaucoup, cela revient à acheter des box repas permettant d'assembler ses aliments, mais aussi à acheter des aliments qui sont aussi naturels et inaltéré que possible. Les boules d'énergie aux dattes, le cacao cru et le muesli (flocons d'avoine) font tous partie de cette tendance.

Cette tendance est de bon augure pour les producteurs de mangue séchée qui utilisent des séchoirs à air naturels et peuvent promettre un produit inaltéré. Il s'agit d'ailleurs d'un argument marketing clé dans les marchés développés.



Figure 9. Aliments frits à l'air



¹ www.ift.org/news-and-publications/food-technology-magazine/issues/2021/september/columns/ingredients-clean-label

3. Approvisionnement

3.1 Fournisseurs du marché

La mangue naturellement séchée est produite par les pays producteurs de mangue. Il existe cependant quelques différences régionales et certains changements se sont produits au niveau de la production de mangue séchée et des fournisseurs du marché mondial.

Tout d'abord, les Philippines, le leader historique du marché, produisent de la mangue confite, fabriquée en plongeant des morceaux de mangue dans des bains de sucre. Beaucoup de leurs variétés seraient fibreuses, ce qui pourrait expliquer leur incapacité à évoluer vers la mangue séchée à l'air. Face au regain d'intérêt pour les aliments naturels sains dans les années 2010, la mangue confite a connu un déclin. Il n'y a qu'au Royaume-Uni qu'elle est encore facile à trouver, en partie parce que certains importateurs passent l'ajout d'une grande quantité de sucre sous silence, en qualifiant par exemple toujours le produit de « naturel ». Les Philippines deviennent un acteur de moins en moins important de la chaîne. Certains signes indiquent qu'ils sont en train de lancer de nouveaux goûts dans l'espoir de revitaliser ce segment.

Si la mangue séchée à l'air a connu une belle croissance, la part de l'Afrique dans cette catégorie d'encas a elle aussi augmenté. L'Afrique du Sud, qui a une longue tradition de consommation domestique de produits à base de fruits séchés, a été pendant de nombreuses années le leader du marché de la production de mangue séchée à l'air issue de l'agriculture conventionnelle. Les pénuries de mangues fraîches dans ce pays ont ralenti la production, si bien que l'Afrique du Sud a perdu une importante part de marché à mesure que le marché grandissait. Un autre défi auquel est confrontée l'Afrique du Sud est la production de mangue sans conservateurs (sans soufre), qui semble plus difficile avec des variétés comme la Kent. Enfin, il n'y a pas de mangues bio en Afrique du Sud, ce qui ferme la porte à ce segment. L'Afrique du Sud reste néanmoins une bonne référence dans le secteur.

Pour relever ces défis, quelques grands transformateurs sud-africains ont investi en Afrique de l'Ouest, ce qui permet une production à partir de mangues meilleur marché et plus facilement accessibles pendant la hors-saison sud-africaine. Les connaissances qu'ils ont apportées ont révolutionné le secteur dans cette partie du continent.

L'Afrique de l'Ouest a vu sa production augmenter considérablement au cours de la dernière décennie, en grande partie grâce aux investisseurs sud-africains, mais aussi grâce au soutien des donateurs combiné aux efforts soutenus des entrepreneurs locaux. Par exemple, les exportations du Burkina Faso sont passées de 150 tonnes en 2009 à 3 500 tonnes plus récemment. Le Burkina Faso est à présent le premier fournisseur de l'Europe et fabrique des produits tant conventionnels que bio. Sa carte maîtresse est de produire des mangues parmi les plus savoureuses pour le séchage et de fabriquer principalement des produits certifiés bio.

Cependant, avec plus de 100 usines, le secteur est très fragmenté. La qualité et le service clientèle restent problématiques. Preuve en est le petit nombre d'usines possédant une certification HACCP ou BRC et employant un personnel anglophone. Très peu d'usines disposent en outre d'une équipe de vente dédiée. Une autre source de préoccupation est la sous-traitance à des usines qui sont loin d'appliquer les bases de la sécurité alimentaire. Ce type de sous-traitance est souvent caché derrière les exportateurs, dont certains sont certifiés.

Le Ghana a été un fournisseur fiable au cours des dix dernières années. Le pays compte au moins deux grandes installations qui produisent ensemble environ 1 400 tonnes de produit par an. Un petit nombre de transformateurs produisent maintenant aussi pour la vente locale, les compagnies aériennes et l'exportation. Ils se mettent parfois en relation avec de plus grands exportateurs du Burkina Faso, ou même du Nigeria, qui a un marché local en développement pour la mangue séchée.

3. Approvisionnement

Les prix de la mangue étant relativement élevés au Ghana, la production n'est toutefois que marginalement rentable dans les grandes usines bien gérées qui transforment également d'autres fruits, comme l'ananas et la noix de coco. Pour augmenter leur échelle de production, celles-ci sont donc contraintes d'importer les mangues de Côte d'Ivoire. HPW, la plus grande usine, a construit une installation en Côte d'Ivoire et achète les mangues à des usines indépendantes du pays et au Burkina Faso.

La Côte d'Ivoire présente un grand potentiel inexploité. Avec une grande disponibilité de la variété Kent appréciée à petit prix et une vaste expérience de la logistique des exportations de fruits frais, le pays devrait être une puissance de la mangue séchée. Mais les progrès sont lents et il reste pour l'instant un acteur mineur.

Le Mali reste un acteur relativement peu présent sur le marché. La gestion des usines laisse encore à désirer. Le Sénégal a essayé de percer, mais son potentiel de développement reste actuellement limité en raison des prix domestiques élevés des mangues. Le Mozambique possède une installation florissante sous contrôle étranger, et le Malawi explore également les opportunités. Enfin, le Kenya semble travailler dur pour développer une industrie.

Sans surprise, les producteurs sud-américains produisent pour les États-Unis. Le Mexique, qui fournit également des mangues fraîches aux États-Unis, est bien placé pour approvisionner ce marché en mangue séchée et fournit par conséquent une grande partie de ce marché. Il a en outre aussi commencé à exporter en Europe. Enfin, l'Équateur est un petit producteur émergent qui fournit les États-Unis et l'Europe. Par le passé, les Sud-Africains ont aussi investi au Pérou, mais ces investissements n'ont pas mené à une grande industrie exportatrice. À ce jour, le Pérou semble se concentrer sur la surgélation rapide individuelle (Individually Quick Frozen ou IQF).

3.2 Saisonnalité, variété et disponibilité

Pour la production de fruits séchés, la variété de mangue utilisée est importante. Une variété sans fibres et produisant des fruits de belle taille (pour une bonne efficacité de transformation) est idéale. La mangue doit avoir une couleur vive, jaune foncé ou orange clair une fois séchée et avoir une douceur et une acidité naturelles. Les meilleures variétés sont la Kent et la Keitt (cultivées en Afrique du Sud, au Ghana et en Côte d'Ivoire) ; elles sont non fibreuses, développent une couleur parfaite et un excellent goût et peuvent être transformées très efficacement. Grâce à leur taille, elles peuvent atteindre une efficacité de transformation de 13 kg de mangue fraîche pour 1 kg de mangue séchée, ou même un ratio de 10:1 si les fruits trop mûrs et les chutes sont utilisés pour produire des rouleaux et des barres.

La variété la plus savoureuse est la Brooks, une variété à maturité tardive cultivée au Burkina Faso et au Mali. Mais cette variété est plus petite et plus sensible à la mouche des fruits. L'Amélie a un bon goût mais est plus fibreuse et acide. Fait intéressant : environ 30 % des consommateurs préfèrent les variétés acides. Hélas, beaucoup d'importateurs n'aiment pas l'acidité et pensent que les consommateurs n'apprécieront pas non plus. Les transformateurs éprouvent donc bien des difficultés à commercialiser cette variété, surtout si elle n'est pas bio.

Une autre variété testée est la Palmer, qui est cultivée au Ghana. Mais l'expérience a été infructueuse.

La Lippens au Burkina Faso est à présent aussi largement utilisée pour les marchés d'exportation, en dépit du fait qu'elle manque d'acidité pour créer un goût de mangue puissant et complexe. Elle est progressivement acceptée, compte tenu de la pénurie de produits de qualité sur le marché.

Le calendrier de la saison de la mangue varie d'un pays africain à l'autre. Les pays de l'hémisphère sud proposent le fruit de décembre à avril, le Mozambique ayant un mois d'avance sur l'Afrique du Sud en raison de son climat plus chaud. Dans la majeure partie de l'Afrique de l'Ouest, la saison de la mangue s'étend de fin mars ou début avril à fin juillet. Le nord du Sénégal connaît en revanche une arrière-saison qui s'étend jusqu'à fin septembre. Le Ghana connaît lui aussi une petite saison

plus tard dans l'année, mais la production est trop limitée, et les prix trop élevés, pour utiliser cette mangue pour le séchage. Le Kenya connaît plusieurs saisons en fonction de la région (voir tableau 2).

La complémentarité des saisons rend les investissements ailleurs sur le continent intéressants pour les producteurs sud-africains. Cela leur permet, d'une part, de proposer de la mangue à leurs clients tout au long de l'année, et d'autre part, de diversifier le risque, en compensant une mauvaise saison dans une région par une bonne saison dans une autre. Les importateurs cherchent également à s'approvisionner en mangues toute l'année, plutôt que d'acheter de grandes quantités dans un seul pays, qu'il faut ensuite stocker.

Tableau 2. Calendrier saisonnier pour l'approvisionnement régional

	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Sénégal												
Burkina Faso												
Mali												
Côte d'Ivoire												
Ghana												
Afrique du Sud												
Kenya												

	Saison principale
	Petite saison

En Afrique de l'Ouest, ce calendrier saisonnier permet un approvisionnement régional.

3.3 Processus de séchage

3.3.1 Aperçu du processus

La production de la bonne qualité de mangue séchée est presque un art. Elle nécessite un équipement professionnel, un personnel bien formé, une usine et un processus de production bien organisés, et beaucoup d'expérience. Une usine de séchage de mangues type emploie 80 à 500 travailleurs, en fonction de l'échelle de production, du degré d'automatisation et d'organisation et de la productivité du personnel.

Il est donc impossible de démarrer une grande usine à partir de rien. Même si vous aviez les fonds pour construire une nouvelle usine de six séchoirs pouvant transformer 1 500 kg de mangue fraîche par jour, vous ne pourriez faire fonctionner qu'un ou deux séchoirs durant la première année. Vous y parviendrez uniquement si vous recrutez des cadres expérimentés et des chefs de section ailleurs et si vous avez une longue expérience de l'approvisionnement local.

Nous décrivons les différentes étapes du processus de production ci-dessous. La production peut être subdivisée en quatre grandes parties, qui comportent elles-mêmes plusieurs étapes :

3. Approvisionnement

1. Réception, tri, lavage et maturation ;
2. Épluchage et découpe, et chargement sur des plateaux (le côté humide ou « sale » de l'usine) ;
3. Séchage ;
4. Tri, finition et conditionnement.

Les usines professionnelles gèrent la performance de chacune de ces sections individuellement. Les travailleurs ont des objectifs en termes d'efficacité et de quantité à transformer quotidiennement. C'est la seule manière pour l'usine de contrôler le principal facteur déterminant de la rentabilité du séchage, à savoir le ratio fruits frais/fruits séchés.

3.3.2 Indicateurs de production

Les principaux indicateurs de production pour assurer une bonne transformation des fruits frais en fruits séchés dans la production de mangue séchée sont les suivants :

- l'efficacité de transformation, c'est-à-dire le nombre de kilos de mangue fraîche nécessaires pour produire un kilo de mangue séchée. Avec des variétés comme la Tommy Atkins, la Kent, l'Amélie et la Keitt, 13:1 est un ratio normal. Pour les mangues de plus petite taille comme la Lippens et la Brooks, un ratio de 15:1 est plus réaliste, même si les variétés de fin de saison comme la Brooks ont souvent un ratio de 18:1 en raison de leur infestation importante par les mouches des fruits. En tant que variété tardive, la Keitt est aussi affectée par les mouches des fruits, mais c'est compensé par la grande taille du fruit, qui est même encore plus gros que la Kent. Les gros fruits ont un ratio chair/noyau et peau plus favorable ;
- le pourcentage de première qualité, c'est-à-dire la part de la production qui peut être vendue comme première qualité. Les usines efficaces peuvent atteindre 92 % de première qualité, 6 % de deuxième qualité et 2 % de rejets ;
- le nombre de kilos nécessaires pour 1 kg de première qualité, qui est une combinaison des deux premiers indicateurs. Comme de nombreuses usines ont des difficultés à vendre un produit de deuxième qualité à bons prix, cet indicateur est très important ;
- la production moyenne par jour et la production totale par saison. Cet indicateur mesure l'efficacité d'utilisation de l'usine et sa capacité de production, qui dépendent souvent de la capacité de l'usine à vendre le produit et à s'approvisionner en matières premières ;
- les quantités de gaz (kg) et/ou d'électricité (kWh) par kilo de mangue séchée ;
- les heures de travail par kilo de mangue séchée. La production étant une activité à forte intensité de main-d'œuvre, il s'agit là d'un important facteur de coûts.

L'usine doit idéalement avoir des indicateurs par section qui sont contrôlés sur une base quotidienne, de façon à ce que le directeur de la production sache pourquoi l'efficacité est faible et puisse mettre immédiatement des mesures correctives en place. Les principaux indicateurs par section sont les pertes liées à la maturation et le pourcentage de tranches obtenues à partir de la mangue fraîche, qui doit être d'environ 50-55 %.

3.3.3 Étape 1 : Réception et maturation

Récolte : même s'ils sont rarement contrôlés par l'usine, une récolte et un transport adéquats préviendront les lourdes pertes dans le processus de production. Les bonnes usines forment leurs fournisseurs à cet égard. Les mangues se récoltent à bonne maturité. Elles ne peuvent pas être au sol et doivent être correctement coupées sur les arbres et stockées dans des caisses à l'ombre, en ménageant un espace entre les caisses pour une bonne circulation de l'air. Elles doivent être transportées dans des caisses, et les camions ouverts doivent être couverts. Les mangues meurtries ou tombées au sol poseront des problèmes lors de la maturation.

Réception, lavage et tri des fruits : tous les fruits doivent être inspectés pour s'assurer qu'ils sont conformes aux normes de qualité. Les fruits doivent être de la bonne variété et avoir au moins un Brix de 12 au moment de l'acceptation à l'usine (ils ne peuvent donc pas être trop mûrs). Ils doivent être maturés jusqu'à atteindre un Brix de 16-18. Un fruit trop mou est difficile à éplucher et à découper et

a tendance à devenir trop foncé. La mangue doit être exempte de maladies (c'est-à-dire exempte de mouches des fruits et d'autres ravageurs). Les fruits doivent être intacts, c'est-à-dire sans meurtrissures, coupures ou ouvertures de la peau. Si vous avez un programme de maturation des fruits, ce qui est conseillé, les fruits non mûrs peuvent être acceptés. Si ce n'est pas le cas, l'entreprise doit recevoir des fruits qui soient prêts à être transformés un ou deux jours après leur arrivée.

Les fruits doivent être directement lavés et triés, en termes de maturité mais aussi d'acceptation ou de rejet. Une mangue trop mûre, infectée, trop petite ou récoltée à un stade immature doit être rejetée. Les rejets ne sont normalement pas payés et sont renvoyés aux agriculteurs ou jetés. Au terme du processus de tri, il doit y avoir trois ou quatre groupes de fruits : un de rejets et deux ou trois groupes classés par maturité.

Bon nombre d'usines d'Afrique de l'Ouest procèdent à la maturation avant l'étape du lavage. Cette méthode génère cependant d'importantes pertes durant la maturation. Certaines mangues mûrissent lentement. D'autres mûrissent plus rapidement, ce qui cause davantage de pertes pendant la maturation et nécessite un tri plus poussé. La saleté cache aussi des infections qui se propageront aux autres mangues durant la maturation. Enfin, le lavage oblige à trier. À la mi-saison, les usines ne prennent souvent pas le temps de trier, ce qui cause d'énormes pertes lors de la maturation.

Après le lavage et le tri vient l'étape de la maturation des fruits. Les mangues doivent être placées dans des caisses en plastique munies d'ouvertures de ventilation – caisses de cueillette de 30 kg ou conteneurs de vrac de 450 kg. Les piles de caisses doivent être espacées pour une bonne circulation de l'air. Pour une maturation homogène, l'entreprise doit idéalement utiliser des chambres de maturation fermées équipées de ventilateurs. Les chambres de maturation plus perfectionnées disposent d'un contrôle de température pour ralentir ou accélérer la maturation et d'un contrôle de l'humidité et du dioxyde de carbone (CO₂). L'éthylène permet d'accélérer la maturation, mais n'est souvent pas nécessaire. La maturation prend 4 jours à l'air libre et 2 jours dans les chambres de maturation les plus perfectionnées.

Il est également possible de faire mûrir les mangues à l'air libre, mais les mangues doivent alors être placées à l'abri dans des caisses, et l'espace de maturation doit idéalement être fermé avec des filets pour tenir les mouches éloignées.

Un tri supplémentaire peut s'avérer nécessaire au cours de la maturation ; les mangues les plus mûres sont alors mises en production pour éviter le gaspillage.

L'objectif premier du processus de maturation est de veiller à ce que l'usine dispose du même nombre de mangues mûres disponibles pour la production chaque jour, avec un minimum de pertes.

Les pratiques courantes suivantes sont à éviter :

- transport des mangues en vrac ;
- entassement des mangues à même le sol ;
- maturation dans de grands bassins en béton ou des caisses en bois fermées ;
- lavage après maturation ;
- couvrir les mangues de plastique pour accélérer la maturation.

3.3.4 Étape 2 : Épluchage et découpe

Les mangues sont épluchées, découpées et chargées sur des claies ou des plateaux de séchage. Avant de mettre les mangues en production, la maturité doit être vérifiée à l'aide de nuanciers et de réfractomètres. La mangue conventionnelle est traitée au métabisulfite avant séchage. Ce conservateur prévient la décoloration et la détérioration des fruits séchés grâce à ses effets antioxydants.

L'objectif de cette étape est de remplir les séchoirs le plus rapidement possible. La plupart des nouvelles usines ne tirent pas parti de leur capacité de production, car elles ne parviennent pas à

3. Approvisionnement

découper suffisamment de mangues pour remplir les séchoirs. De plus, si les équipes prennent trop de temps pour remplir un séchoir, les mangues commencent à brunir et seront finalement rejetées. Cette étape requiert un contrôle opérationnel rigoureux, en particulier en début et en fin de saison, quand les fournisseurs de mangues sont plus difficiles à trouver.

L'épluchage est encore manuel, car cette méthode reste la plus efficace. Chaque mangue ayant une forme différente, il est difficile de les éplucher avec une machine sans laisser de la peau sur le fruit ou sans prélever trop de chair. De plus, les éplucheuses automatiques sont souvent très coûteuses et ont une capacité limitée ; chaque mangue doit être épluchée séparément par la machine. Quand les coûts de la main-d'œuvre sont peu élevés, l'épluchage manuel est donc beaucoup moins coûteux. Il est très important d'utiliser des éplucheurs spéciaux plutôt que des couteaux ordinaires, car ces derniers enlèvent trop de chair.

Après épluchage, les deux grosses joues sont prélevées puis coupées en tranches manuellement ou mécaniquement. Plusieurs usines ont testé des trancheuses manuelles, mais celles-ci ne sont pas plus efficaces que la découpe manuelle à l'aide d'un couteau. Les usines plus perfectionnées placent les joues dans le sens de la longueur sur une bande transporteuse à l'extrémité de laquelle se trouvent des couteaux qui tranchent la mangue.

Un prétraitement au métabisulfite peut être réalisé en plongeant les tranches coupées dans un bain en inox contenant une solution ; vous pouvez même utiliser des paniers de courses en plastique pour ce faire. Les usines modernes pulvérisent la solution sur la mangue à l'aide d'une machine. Si vous utilisez la méthode d'immersion, le prétraitement doit être réalisé dans un endroit bien ventilé.

Les meilleures usines pèsent le contenu de chaque plateau de séchage pour s'assurer que celui-ci n'est pas surchargé, ce qui augmenterait le temps de séchage.

Il est primordial de peser les mangues mises en production et les morceaux chargés dans le séchoir. Cela vous indiquera s'il y a un problème d'efficacité.

3.3.5 Séchage

En fonction du type de séchoir, de la variété utilisée, de la quantité de mangues chargée et de la température et l'humidité extérieures, le séchage prend entre 16 et 24 heures. Les mangues qui ont une forte teneur en fibres et en sucre sont plus difficiles à sécher, et si l'air extérieur est humide, le séchage prendra aussi plus longtemps. Le fait de surcharger le séchoir augmentera également le temps de séchage. Chaque usine doit donc trouver le juste milieu.

En fonction du type de séchoir, les claies doivent être permutées une fois ou plusieurs fois pour assurer un séchage homogène. Dans tous les cas, la progression du séchage doit être surveillée, même si le séchoir est équipé d'un contrôle complet de l'humidité et de la température et de programmes de séchage standard, car chaque lot peut être différent.

Une fois séché, le produit doit refroidir sur les claies dans un espace distinct avant d'être retiré des claies à l'aide d'un grattoir en plastique. Les mangues doivent ensuite être placées dans des récipients fermés pendant 24 heures afin de s'homogénéiser. Durant ce processus, les morceaux plus humides transfèrent leur humidité aux morceaux plus secs. Après homogénéisation, les morceaux de mangue peuvent être entreposés jusqu'à ce qu'il y ait une capacité pour procéder au calibrage et à la finition.

3.3.6 Finition et conditionnement

L'étape finale est le tri et la finition. La mangue séchée est triée en fonction de sa couleur, de sa taille et de sa texture. Le produit qui ne répond pas aux spécifications du client est classé comme deuxième qualité, et le produit qui n'est pas comestible est rejeté. Les trop gros morceaux doivent être coupés à la bonne taille et les bords noirs doivent être enlevés.

Une fois trié et calibré, le produit doit être conditionné pour éviter toute perte de qualité. La mangue séchée est généralement conditionnée dans des sacs en polyéthylène solides certifiés de qualité alimentaire, de préférence bleus. La quantité préconisée est de 2 à 2,5 kg de mangue séchée par sac et les morceaux ne peuvent pas coller entre eux. Les sacs sont ensuite conditionnés dans de nouvelles boîtes en carton double cannelure de 10-20 kg.

La mangue séchée doit idéalement être conditionnée sous atmosphère d'azote, ce qui consiste à éliminer l'air contenu dans les sacs et à le remplacer par de l'azote. L'absence d'oxygène stoppera le vieillissement de la mangue.

Même si des machines 100 % automatiques sont rarement utilisées en raison de leur coût, elles peuvent être source d'économies, car elles pèsent les sacs avec précision et évitent ainsi les pertes dues à la surcharge des sacs par le personnel.

Contrôle de l'humidité

Une partie importante du contrôle qualité est l'analyse de l'humidité du produit fini. Quelques échantillons de chaque lot de mangue séchée doivent idéalement être testés pour s'assurer que le taux d'humidité est conforme à la spécification du client. L'astuce est de se rapprocher le plus possible du taux d'humidité maximal spécifié par le client. Ceci permet à l'entreprise de transformation de mangue de vendre plus d'eau et de consommer moins d'énergie pour réduire l'humidité. À titre d'exemple, 250 kg de mangue séchée à un taux d'humidité de 16 % ne pèsent que 241,50 kg si le taux d'humidité est réduit à 15 %. À un prix de vente de 7 €/kg, cela revient à une perte de chiffre d'affaires de 59,60 €. De plus, le produit est susceptible de se dessécher encore pendant l'entreposage. Donc, si le taux d'humidité est déjà à un niveau plancher à la sortie de l'usine, le produit risque d'être trop sec au moment de la consommation. Un analyseur d'humidité est un appareil simple qui peut être utilisé à l'usine pour vérifier les taux d'humidité des lots de mangue séchée (voir figure 10). A moisture analyser is a simple device that can be used in the factory to check levels (see Figure 10).



Figure 10. Analyseur d'humidité



3. Approvisionnement

3.3.7 Entreposage et transport

L'entreposage et le transport doivent avoir lieu dans des conditions réfrigérées, surtout dans le cas des petites usines qui ont parfois besoin de plusieurs semaines pour remplir un conteneur d'exportation. Plus la température est basse, plus le produit aura un bel aspect après l'exportation. La mangue séchée est généralement exportée dans des conteneurs frigorifiques de 40 pieds d'une capacité de 20-21 tonnes.

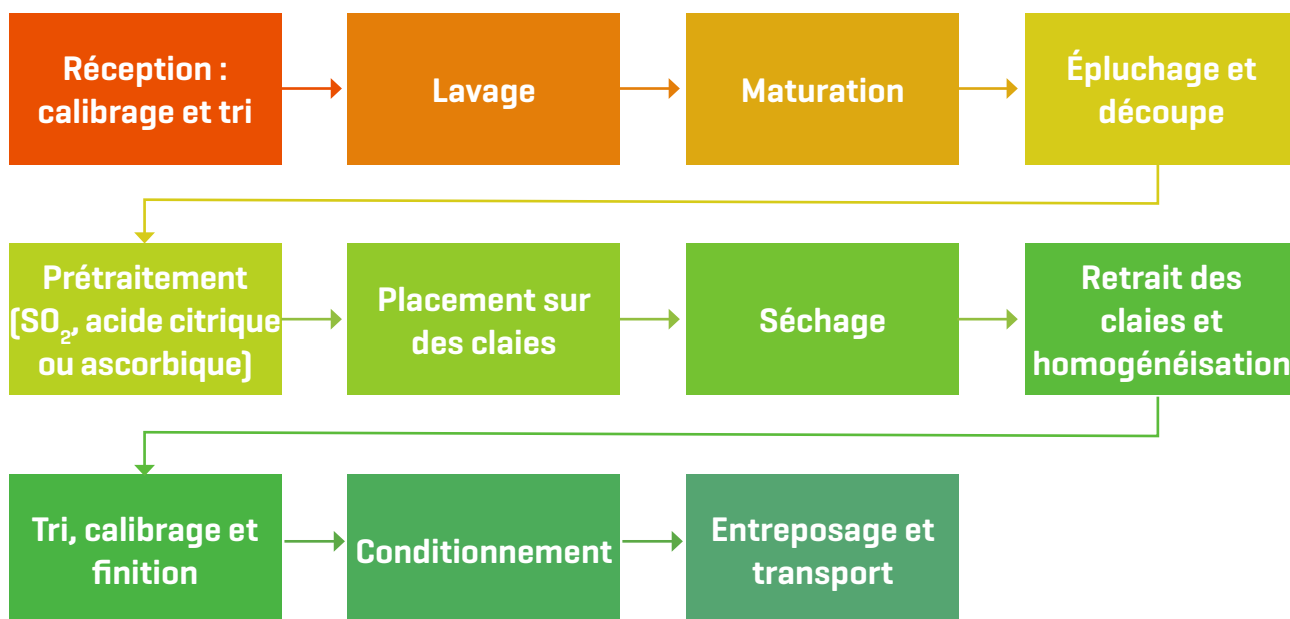


Figure 11. Organigramme des étapes successives du séchage de la mangue pour un agent qui dirige une usine de transformation

3.3.8 Problèmes fréquents liés au séchage de la mangue

Le souci du détail nécessaire pour produire un produit de qualité nécessite de pouvoir résoudre facilement les éventuels problèmes. Le tableau 3 donne un aperçu des problèmes fréquemment rencontrés dans le séchage de la mangue et de leur cause potentielle. Il vous aidera à y remédier.

Tableau 3. Problèmes fréquents liés au séchage de la mangue

Problèmes de séchage fréquents	Causes
Taches ou bandes blanches	Épluchage insuffisant – les parties de peau blanchiront.
Produit brun ou trop foncé	Fruits trop mûrs, long temps de séchage, haute température de séchage, séchage de mauvaise qualité, fruits exposés à l'air entre la découpe et le séchage.
Produit trop sec et caoutchouteux	Temps de séchage trop long, tranches trop petites ou trop fines, variété fibreuse.
Couche extérieure dure, mou à l'intérieur (durcissement superficiel)	Morceaux trop gros, temps de séchage trop long et température trop élevée.
Produit mou/pâteux	Morceaux trop gros, temps de séchage trop court.
Grandes variations dans le degré de séchage, la couleur et le goût dans un lot	Fruits hétérogènes (par exemple, différents types), découpe non uniforme, degré de maturité non uniforme, ou température et circulation de l'air dans le séchoir inégales. Les claies doivent peut-être être permutées à mi-séchage.
Cycle de séchage trop long	Trop de fruits frais dans le séchoir, espacement inadéquat entre les fruits, mauvaise circulation de l'air, chaleur insuffisante.

3.4 Technologie

3.4.1 Introduction

Beaucoup d'étapes du processus de production restent manuelles. Dans le passé, l'accent était mis à 90 % sur les séchoirs. Cependant, à chaque étape, des outils et des équipements permettent d'améliorer la qualité du produit et la productivité des travailleurs. Dans cette section, nous passons en revue l'équipement nécessaire à chaque étape.

3.4.2 Lavage et tri

Le lavage peut être effectué à la main, mais cela requiert une main-d'œuvre très importante. Le lavage manuel ne permet pas non plus de laver et d'inspecter les nouvelles livraisons de mangues fraîches dès leur arrivée. Les usines qui ont une capacité de plus de 10 tonnes de fruits frais par jour ont tout intérêt à investir dans une ligne de lavage de fruits automatique. Une ligne complète se compose des éléments suivants :

- basculeur capable d'agripper des conteneurs de vrac de 500 kg/1 m³ et de les basculer dans le bain de lavage ;
- bain de lavage en inox ;
- pompe et filtre pour la circulation de l'eau ;
- brosses-rouleaux ;
- élévateur qui hisse les mangues jusqu'au convoyeur de tri (voir figure 13) ;
- facultatif : table vibrante qui élimine l'humidité excédentaire ;
- convoyeur de tri pouvant accueillir 6-10 personnes avec des allées pour les rejets ;
- facultatif : lame d'air qui sèche les mangues.



Figure 12. Lavage des mangues



Figure 13. Élévateur hissant les mangues jusqu'au convoyeur de tri

La capacité d'une ligne est en général de 5 tonnes par heure. Si une plus grande capacité est requise, il convient d'acheter une deuxième ligne ; celle-ci doit être installée en parallèle, sans quoi les trieurs en bout de ligne ne suivront pas la cadence. Deux lignes permettent également un traitement séparé des lots. La ligne doit être équipée de variateurs de vitesse pour ajuster la vitesse.

L'Asie compte de nombreux fournisseurs, mais ils ont tendance à proposer des machines isolées qui ont des capacités et vitesses différentes plutôt que des lignes intégrées. L'Afrique du Sud et l'Europe sont des fournisseurs bien connus. Une ligne complète coûte entre 30 000 et 45 000 euros, hors installation.

3.4.3 Caisses et chambres de maturation

Les grandes usines ont tout intérêt à utiliser des conteneurs de vrac empilables pour le transport, l'entreposage et la maturation des fruits. L'utilisation de conteneurs de vrac nécessite un chariot

3. Approvisionnement

élevateur à fourche. Une autre solution consiste à utiliser de petites caisses de récolte et un transpalette. L'inconvénient des petites caisses est la main-d'œuvre importante requise pour les déplacer. De plus, leur durée de vie moyenne est seulement de trois ans.

La forme la plus simple et la plus facile d'une chambre de maturation contrôlée est un conteneur d'expédition, dans lequel les caisses de mangues sont empilées. Celui-ci peut être équipé d'un ventilateur. Une version plus perfectionnée serait un conteneur frigorifique équipé de ventilateurs et d'un système de refroidissement qui peut être activé si la quantité de mangues mûres est trop importante. Une version encore plus avancée est une chambre isolée avec des panneaux isolants et équipée de ventilateurs et éventuellement d'un système de refroidissement. Ce type d'installation peut être perfectionné en ajoutant des capteurs d'humidité et des humidificateurs ainsi que des contrôles automatiques de la température. Enfin, les chambres de maturation les plus avancées contrôlent également le CO₂ dans l'atmosphère et peuvent ajouter de l'éthylène (éthène).

La taille idéale d'une chambre de maturation est celle d'un conteneur de 20 à 40 pieds. Cela permet une gestion séparée des lots.

3.4.4 Réfractomètres et tableaux de maturité

Les bonnes usines mesurent la maturité des fruits à leur arrivée et quand ils sont mis en production. Elles utilisent à cet effet des réfractomètres en plus de tableaux de maturité internes. Pour la plupart des fruits, l'aspect extérieur ne donne pas une bonne indication de la maturité. La mangue doit être coupée et comparée à différents tableaux. Chaque variété a un tableau différent.

Les réfractomètres mesurent la teneur en sucre des fruits, sirops, jus et autres produits alimentaires. L'unité de mesure de la teneur en sucre est le Brix, qui correspond aux grammes de sucre pour 100 grammes de produit. En d'autres termes, une mangue qui a un Brix de 17 contient 17 grammes de sucre pour 100 grammes de mangue. Les réfractomètres nécessitent la préparation d'une solution liquide pour mesurer la teneur en sucre.



Figure 14. Réfractomètres

KEITT		AVERAGE COLOR				
INTERIOR FLESH SAMPLES						
MATURITY/RIPENESS		STAGE 1	STAGE 2	STAGE 3	STAGE 4	STAGE 5
FIRMNESS		16 - 19	12 - 15	7 - 9	2 - 4	1 - 2
BRIX		8 - 10	9 - 12	10 - 12	12 - 14	14 - 17

KENT		AVERAGE COLOR				
INTERIOR FLESH SAMPLES						
MATURITY/RIPENESS		STAGE 1	STAGE 2	STAGE 3	STAGE 4	STAGE 5
FIRMNESS		19 - 22	14 - 18	11 - 13	5 - 8	2 - 4
BRIX		8 - 10	9 - 11	12 - 13	12 - 14	14 - 15

Figure 15. Tableaux de maturité des variétés Keitt et Kent

Dans le séchage de la mangue et l'exportation de mangues fraîches, des réfractomètres sont utilisés pour estimer la maturité des fruits avant séchage ou exportation. Les mangues fraîches doivent avoir un Brix faible d'environ 6 pour pouvoir mûrir après récolte, tout en ayant une durée de vie de 30 jours pour pouvoir être exportées et distribuées aux magasins. Le séchage de la mangue et la production de jus exigent des fruits mûrs qui ont beaucoup de goût et une acidité relativement faible mais qui sont encore fermes. Cela signifie que les fruits doivent avoir un Brix compris entre 14 et 18.

Il existe deux types de réfractomètres : le réfractomètre analogique et le réfractomètre numérique. La plage de mesure varie aussi d'un réfractomètre à l'autre. Pour le séchage de la mangue et l'exportation de mangues fraîches, vous

avez besoin de réfractomètres qui peuvent mesurer une plage de 1-20 Brix. Ce type de réfractomètre convient aussi pour la production de jus, sauf si vous voulez concentrer le jus ou ajouter du sucre. Le jus concentré peut atteindre un Brix de 64. En général, plus la plage de mesure est large, plus le réfractomètre est cher. Un réfractomètre analogique coûte environ 150 euros. Les réfractomètres numériques sont plus faciles à utiliser mais plus chers ; il faut compter environ 450 euros.



Figure 16. Réfractomètre analogique



Figure 17. Réfractomètre numérique

3.4.5 Épluchage, découpe, prétraitement de la mangue et chargement sur des plateaux

Pour ces étapes du processus de production, il est essentiel de disposer de tables en inox faciles à nettoyer. La découpe manuelle s'effectue à l'aide de couteaux en inox, et l'épluchage, avec des éplucheurs. Comme indiqué ci-dessus, l'utilisation d'éplucheuses automatiques pour éplucher la mangue n'est pas encore économique dans les pays en développement.

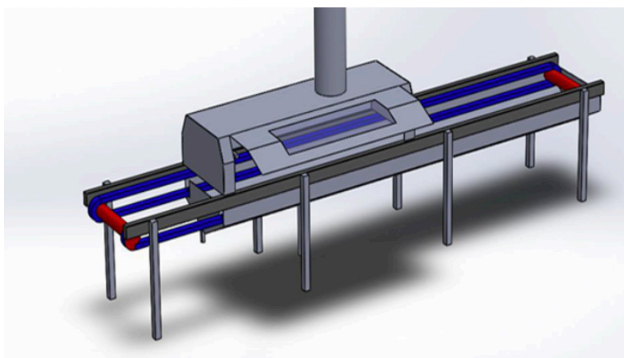


Figure 18. Machine de pulvérisation

Pour le traitement au métabisulfite ou avec d'autres conservateurs, une machine de pulvérisation est recommandée, mais des bains d'immersion simples peuvent aussi être utilisés dans des endroits bien ventilés.

Les producteurs ont tout intérêt à utiliser des systèmes de dosage et de pesage automatiques qui distribuent la même quantité de mangue par plateau de séchage afin d'éviter la surcharge et mesurent automatiquement le nombre de tranches de mangue obtenues à partir de la mangue mûrie mise en production.

3.4.6 Entreposage

Il est essentiel de disposer d'un entrepôt, idéalement réfrigéré, pour stocker le produit en attendant que le conteneur d'expédition soit rempli. La taille de l'entrepôt dépend du volume de production par semaine, du temps de remplissage d'un conteneur d'expédition, de la demande éventuelle du client de conserver le produit pendant quelque temps pour envoyer des échantillons de chaque lot, etc. Les grandes entreprises ont donc probablement besoin d'un grand entrepôt, mais la taille de l'entrepôt n'est pas directement proportionnelle à la taille de l'entreprise. Si l'entreprise est expérimentée dans l'expédition et qu'elle a des relations bien établies, elle peut s'en sortir avec un petit entrepôt.

3. Approvisionnement

3.4.7 Équipement d'injection d'azote

Une injection d'azote peut être réalisée avant le scellage des sacs en vue du pesage et de l'expédition. Si l'entreprise utilise une machine spéciale pour former, remplir et sceller les sacs, l'unité d'injection d'azote peut être intégrée dans l'équipement. Si l'entreprise utilise une thermoscelleuse manuelle à pédale, une machine d'injection d'azote manuelle peut être utilisée après le scellage initial.



Figure 19. Machine à former, remplir et sceller les sacs avec unité d'injection d'azote intégrée

3.4.8 Équipement d'injection d'azote



Figure 20. Balance plate-forme numérique simple

Une injection d'azote peut être réalisée avant le scellage des sacs en vue du pesage et de l'expédition. Si l'entreprise utilise une machine spéciale pour former, remplir et sceller les sacs, l'unité d'injection d'azote peut être intégrée dans l'équipement. Si l'entreprise utilise une thermoscelleuse manuelle à pédale, une machine d'injection d'azote manuelle peut être utilisée après le scellage initial.

3.4.9 Séchoirs de mangues

Un équipement professionnel bien conçu est un ingrédient clé pour produire une haute qualité constante de mangue séchée. Les investisseurs doivent donc comprendre ce qui fait un bon séchoir industriel, ainsi que les avantages et inconvénients des différents types de séchoirs.

Quelles sont les caractéristiques d'un bon séchoir industriel ?

1. Une alimentation en chaleur constante avec contrôle automatique de la température, déterminé par des mesures prises dans le séchoir.
2. Possibilité de contrôler le flux d'air entrant et sortant, en fonction de l'humidité de l'air mesurée dans le séchoir. Les tunnels de séchage peuvent soit faire recirculer l'air, soit le remplacer par de l'air frais. Le fait d'amener de l'air frais et d'évacuer l'air vicié engendre des pertes de chaleur (énergie) et d'humidité. Cependant, l'air saturé ne peut pas absorber plus d'humidité et ralentit le processus de séchage.
3. Les séchoirs doivent être fabriqués dans des matériaux non inflammables, faciles à nettoyer et qui sont peu susceptibles de libérer des éléments dans le produit séché. L'inox, les panneaux isolants et le plastique de qualité alimentaire sont privilégiés. Le bois présente en revanche plusieurs problèmes : il est difficile à nettoyer, il peut libérer des éclaves à mesure qu'il s'use et il est hautement inflammable. Quant au contreplaqué, la colle qu'il contient peut libérer des produits chimiques quand elle est chauffée.
4. Flux d'air puissant de ventilateurs électriques fiables. Ceux-ci permettent une distribution homogène de l'air dans le séchoir et autour de chaque morceau de fruit. Pour le séchage, le flux d'air est encore plus important que la température.
5. Les claies doivent être ouvertes pour une circulation optimale de l'air, mais elles doivent aussi être portables et faciles à nettoyer.
6. La taille doit être efficace mais facile à gérer. Les grands séchoirs peuvent réduire les capitaux d'investissement par tonne de capacité de production, mais plus le séchoir est grand, plus il est difficile de le remplir en un court laps de temps.

Différents types de séchoirs de mangues



Séchoir solaire



Séchoir à gaz ou électrique



Armoire de séchage



Tunnel de séchage

Figure 21. Différents types de séchoirs de mangues

Il existe de nombreux types de séchoirs. Mais le tunnel de séchage qui combine des échangeurs de chaleur et une chaudière à biomasse sort grand gagnant du comparatif. Il est néanmoins utile de bien comprendre les différences, ainsi que les avantages et les inconvénients de chaque type de séchoir (voir tableau 4).

3. Approvisionnement

Avantages et inconvénients de divers séchoirs de mangues courants

Tableau 4 : Avantages et inconvénients de divers séchoirs de mangues

Type	Description	Avantages	Inconvénients	Recommandation
Séchage à l'air libre	<ul style="list-style-type: none"> ↯ Le produit est placé sur des claies ou des tables en plein soleil 	<ul style="list-style-type: none"> ↯ Aucun coût énergétique ↯ Coût d'investissement très faible 	<ul style="list-style-type: none"> ↯ Uniquement adapté aux climats secs et chauds au moment de la récolte ↯ En cas de pluie, tout le produit doit être couvert ou mis à l'abri ↯ Pas adapté aux fruits qui brunissent facilement ↯ Capacité de production irrégulière ↯ Le produit peut être contaminé par des impuretés, de la poussière, des matières étrangères et des bactéries <i>Salmonella</i> transmises par le vent 	<ul style="list-style-type: none"> ↯ Pas recommandé pour la mangue, car le produit a tendance à vite brunir et est généralement récolté pendant la saison des pluies
Séchoir solaire	<ul style="list-style-type: none"> ↯ Table recouverte d'un plastique placée au soleil ↯ Peut-être aussi grand qu'une serre convertie ↯ Coût moyen : 250-400€ 	<ul style="list-style-type: none"> ↯ Construction moins coûteuse que les séchoirs à gaz artisanaux ou les tunnels de séchage ↯ Coûts énergétiques faibles ↯ Fonctionne en plus petits lots de production 	<ul style="list-style-type: none"> ↯ Pas de soleil = pas de séchage, donc ne fonctionne pas la nuit ni pendant la saison humide ↯ Chaque journée de production est unique et chaque produit est unique ↯ Planification difficile : quand aurez-vous besoin de main-d'œuvre ? Quand le produit sera-t-il prêt pour le client ? ↯ Le produit fini a peu de chances d'être de bonne qualité, à cause du séchage intermittent et des fluctuations de température ↯ Le séchoir a une capacité de production limitée pour un coût d'investissement élevé ↯ Les économies sont minimes, car seule une petite partie des coûts est consacrée au chauffage et la circulation de l'air nécessite quand même de l'électricité ↯ Coût de la production inefficace sans doute beaucoup plus élevé que les économies d'énergie 	<ul style="list-style-type: none"> ↯ Pas adapté à la production industrielle, sauf si vous travaillez dans une zone ou pendant une saison caractérisée par un temps chaud et sec fiable ↯ Peut convenir à de petites entreprises qui vendent occasionnellement de petites quantités de fruits
Séchoir à gaz artisanal classique (Atesta)	<ul style="list-style-type: none"> ↯ Séchoir simple fabriqué par des artisans locaux avec des matériaux locaux, généralement du bois ↯ Utilise un brûleur à gaz basique ou un serpentin électrique ↯ Capacité : 200 kg de fruits frais ↯ Consommation d'énergie : 0,7 kg de gaz pour 1 kg de produit fini ↯ Coût moyen du séchoir : non pertinent, car il a progressivement été remplacé par l'Atesta amélioré 	<ul style="list-style-type: none"> ↯ Construction moins coûteuse que les Atesta améliorés ou les tunnels de séchage ↯ Peut être fabriqué avec des matériaux locaux par des artisans locaux ↯ Fonctionne en plus petits lots de production ↯ Raisonnablement fiable ↯ Facile à réparer ↯ Sa petite taille facilite la gestion et permet une expansion progressive 	<ul style="list-style-type: none"> ↯ Chaque séchoir est légèrement différent, donc comment obtenir un produit homogène à partir de plusieurs séchoirs ? ↯ Plus grand pourcentage de produit fini de deuxième qualité ↯ Capacité de production limitée ↯ Pas très écoénergétique ↯ Ne peut jamais être certifié HACCP ↯ Absence de ventilation = séchage irrégulier ; les claies doivent être permutées toutes les 2 heures – main-d'œuvre importante et pertes de chaleur ↯ Dangereux : chaque année, au moins 2 usines équipées de séchoirs en bois sont ravagées par les flammes en Afrique de l'Ouest ↯ Câbles avec des filets par-dessus qui doivent être lavés après chaque cycle ↯ Présente en grande partie les mêmes inconvénients que l'Atesta classique 	<ul style="list-style-type: none"> ↯ N'achetez plus ce type de séchoir, optez plutôt pour la version améliorée

3. Approvisionnement

Type	Description	Avantages	Inconvénients	Recommandation
Atesta amélioré	<ul style="list-style-type: none"> ↯ Ajout d'un ventilateur d'extraction simple qui crée une circulation de l'air ↯ Certains sont équipés d'une jauge de température ↯ Consommation d'énergie : 0,7 kg de gaz pour 1 kg de produit fini, plus électricité supplémentaire pour alimenter le ventilateur électrique ↯ Coût : 4 000 € (inox, 240 kg en 20 heures) 	<ul style="list-style-type: none"> ↯ Temps de séchage plus rapides ↯ Produit de meilleure qualité ↯ Moins de produit de deuxième qualité ↯ Produit plus homogène 	<ul style="list-style-type: none"> ↯ Présente en grande partie les mêmes inconvénients que l'Atesta classique 	<ul style="list-style-type: none"> ↯ Bonne façon de commencer à acquérir de l'expérience, mais pas adapté à la production industrielle pour les marchés d'exportation haut de gamme
Armoire de séchage moderne	<ul style="list-style-type: none"> ↯ Séchoirs en inox de fabrication industrielle avec plateaux amovibles ↯ Design compact ↯ Généralement seulement 1 ou 2 colonne(s) de claies ↯ La capacité varie de 200 à 500 kg de fruits frais ↯ Peut fonctionner à l'électricité ou avec un échangeur de chaleur à vapeur/eau chaude ↯ Consommation d'énergie : les normes de qualité et origines varient ; une armoire de séchage de Gemtech (Inde) qui sèche 700 kg de mangue humide par cycle de séchage de 20-24 heures consomme 6,5 kWh ↯ Coût : 40 000 € 	<ul style="list-style-type: none"> ↯ Généralement moins chère et plus petite que les tunnels ↯ Production constante d'un produit de bonne qualité ↯ Fonctionne en plus petits lots de production ↯ Expansion facile ↯ Raisonnablement fiable ↯ Peut être certifiée HACCP 	<ul style="list-style-type: none"> ↯ Plus petite capacité que les tunnels de séchage ↯ La ventilation n'est généralement pas aussi bonne qu'avec un tunnel de séchage ↯ Plus difficile de charger, décharger et déplacer le produit (pas de chariots) 	<ul style="list-style-type: none"> ↯ Peut être un bon séchoir pour une petite usine, mais comparez toujours la capacité et le coût par rapport à un tunnel de séchage

3. Approvisionnement

Type	Description	Avantages	Inconvénients	Recommandation
Tunnel de séchage, autonome	<ul style="list-style-type: none"> ↯ Séchoir de fabrication industrielle, avec de grands ventilateurs électriques industriels triphasés, un échangeur de chaleur ou un brûleur intermittent industriel, un panneau de commande électrique séparé, un contrôle automatique de la température et des programmes de séchage d'usine ↯ Le séchoir est construit avec des panneaux isolants à l'intérieur de l'usine ↯ Consommation d'énergie : 2 kWh par kg de mangue séchée ; 0,4 kg de gaz par kg de mangue séchée ↯ Coût : 50 000 € 	<ul style="list-style-type: none"> ↯ Bonne circulation de l'air : l'air est pulsé à travers les claies et les chariots par de puissants ventilateurs, ce qui assure un séchage plus uniforme et rend la permutation complète des claies superflue ou réduit la permutation ↯ à une seule fois par cycle ↯ Le contrôle automatique de la température évite de brûler la mangue ↯ Réduit la consommation de gaz de moitié ou à zéro si vous optez pour des sources d'énergie alternatives ↯ Réduit la quantité de produit de deuxième qualité ↯ Produit plus homogène et de meilleure qualité ↯ Bonne capacité : 4 à 8 chariots avec des claies (2 dans le sens de la largeur et 2 à 4 dans le sens de la longueur) ; 220 kg de produit séché sont généralement produits par cycle de séchage de 16-24 heures ↯ Sécurité alimentaire : panneaux isolants et inox de qualité alimentaire ↯ Différentes sources de chaleur – directes et indirectes – possibles d'un point de vue technique (gaz, électricité, biogaz, bois, coquilles de noix de cajou, balles de riz, etc.) ↯ Les claies en plastique empilables sur les chariots sont faciles à utiliser et à nettoyer ↯ Facile à démonter et à déplacer ailleurs dans l'usine ou dans une nouvelle usine 	<ul style="list-style-type: none"> ↯ Coût d'investissement plus élevé ↯ Sa grande taille nécessite une main-d'œuvre bien organisée pour le remplir avant que la mangue commence à brunir ; les petits séchoirs sont plus faciles à remplir ↯ De plus petits séchoirs de moins de 1 500 kg sont disponibles, mais ils sont généralement beaucoup plus chers par kg de capacité ; un séchoir deux fois plus petit coûte 3/4 du prix d'un grand séchoir ↯ Techniquement plus complexe ; il faut plus de temps pour se familiariser à son utilisation ↯ Les unités de commande sont sensibles aux surtensions et doivent être correctement protégées avec des stabilisateurs ↯ Un groupe électrogène est essentiel pour alimenter le tunnel en électricité en cas de coupure de courant ; sinon, le produit chargé est perdu ↯ Un raccordement électrique triphasé est requis 	<ul style="list-style-type: none"> ↯ La meilleure option et, selon certains, la seule option sérieuse pour les usines de séchage modernes ↯ Possibilité d'utiliser de la biomasse pour alimenter ces tunnels – ce qui présente quelques avantages évidents : coût réduit et réduction du risque de contamination des morceaux de mangue par du gaz ↯ Cette option nécessite toutefois une excellente gestion des déchets nécessaires à l'alimentation de l'équipement ; elle n'est réalisable que dans les usines professionnelles bien organisées capables d'organiser un accès constant à divers flux de déchets (coquilles de noix de cajou, coques de cacao, etc.) tout au long de la saison de transformation et de gérer les déchets de façon à ce qu'ils n'affectent pas la qualité et l'odeur de l'air, les programmes de maturation, la certification HACCP, la sécurité alimentaire, et la santé et la sécurité des travailleurs en général ; il y a par conséquent relativement peu d'exemples d'utilisation efficace de séchoirs à biomasse en dehors des usines très industrielles comme HPW au Ghana. ↯ De plus, cette option n'est vraiment économiquement faisable que pour les usines qui transforment environ 750 kg de mangue séchée par jour, c'est-à-dire qui disposent de 3 tunnels de séchage

Type	Description	Avantages	Inconvénients	Recommandation
Tunnel de séchage, basé dans un conteneur	↯ Comme ci-dessus	<ul style="list-style-type: none"> ↯ La version basée dans un conteneur est facile à installer et peut être montée en dehors de l'usine, sur une plate-forme en béton ↯ Permet un gain de place si l'usine existante est petite et qu'une solution rapide doit être trouvée 	<ul style="list-style-type: none"> ↯ Une grue est nécessaire pour déplacer et installer l'équipement, qui se compose de 3 conteneurs intacts et de plateaux de séchage ; cela requiert une installation organisée par des monteurs qualifiés ↯ Bien que ces tunnels soient en théorie de type « plug-and-play », ils ne font pas gagner beaucoup de temps à l'installation, car la plupart des éléments doivent être installés sur place ↯ Même s'ils peuvent être installés à l'extérieur, une fois le coût de la plate-forme en béton, du conteneur proprement dit et du transport ajouté, les économies réalisées ne sont pas tellement importantes ↯ Les tunnels de séchage basés dans un conteneur sont expédiés en tant que conteneurs ; les coûts de transport sont par conséquent plus élevés que pour un tunnel autonome – par exemple, si vous achetez 3 tunnels basés dans un conteneur, vous devrez payer des frais d'expédition pour chaque conteneur, alors que les panneaux et les claies pour 3 tunnels autonomes peuvent être expédiés dans un seul conteneur de 40 pieds 	Recommandé uniquement si vous voulez utiliser un bâtiment d'usine existant peu spacieux

Sources d'énergie pour le séchage de la mangue

- Chauffage direct : brûleur à gaz, serpentín électrique ou radiateur comme source de chaleur du séchoir ;
- Chauffage indirect : la chaleur sert à chauffer l'eau ou la vapeur, qui est ensuite utilisée pour chauffer le séchoir à l'aide d'un échangeur de chaleur.

Tableau 5. Sources d'énergie pour le séchage de la mangue

Énergie	Avantage	Inconvénient
Solaire	↯ Bon marché	↯ Peu fiable, ne fonctionne pas la nuit, saisonnière, la température et le temps de séchage varient constamment
Électricité	↯ Facile et peu coûteuse à installer dans les séchoirs	<ul style="list-style-type: none"> ↯ Peu fiable en raison des coupures de courant régulières dans plusieurs pays ↯ Chère
Gaz : direct	<ul style="list-style-type: none"> ↯ Très fiable ↯ Raisonnablement efficace et abordable ↯ Adapté aux petits et grands séchoirs 	<ul style="list-style-type: none"> ↯ Plus difficile à entretenir et à réparer que les séchoirs électriques ↯ Le contact direct favorise le brunissement ↯ Nécessite un stock de bouteilles de gaz et un espace de stockage spécial
Gaz : indirect (chauffage d'eau)	↯ Fiable, excellent contrôle de la qualité du produit	↯ Moins efficace et plus cher
Charbon : indirect	↯ Bon marché et fiable, excellent contrôle	↯ Indisponible dans beaucoup de régions d'Afrique
Biomasse : indirect	↯ Bon marché et fiable, excellent contrôle du processus de séchage, qualité optimale du produit	<ul style="list-style-type: none"> ↯ Ne fonctionne qu'avec une alimentation durable en biomasse bon marché locale ↯ Coût d'investissement plus élevé que pour les brûleurs à gaz ; les échangeurs de chaleur sont comparables aux brûleurs, et la chaudière et les tuyauteries représentent un coût supplémentaire ↯ Uniquement réalisable si vous avez au moins 2 grands tunnels de séchage ; une seule chaudière peut alimenter 6-10 séchoirs

3. Approvisionnement

3.4.10 Entreposage frigorifique, finition, emballage

Le produit fini est trié et conditionné à la main, ce processus étant difficile à automatiser. L'emballage peut cependant être automatisé assez facilement à l'aide d'une machine à former, remplir et sceller. Cette dernière forme des sacs en plastique à partir de rouleaux de plastique, pèse automatiquement la bonne quantité de fruits, remplit le sac et le scelle. Il existe aussi des machines qui éliminent l'oxygène du sac et le remplacent par de l'azote afin de prolonger considérablement la durée de conservation du produit. On trouve des fournisseurs de machines d'emballage de bonne qualité en Allemagne, en Italie et en Afrique du Sud. Il est vraiment indispensable de se faire conseiller par les experts des fournisseurs pour choisir la machine adaptée parmi les nombreux modèles disponibles.

Une chambre froide est relativement facile à construire avec les mêmes panneaux isolants que ceux utilisés pour les séchoirs. De puissantes unités de type climatiseur sont installées pour faire chuter la température à 5 °C si nécessaire. On trouve de bons fournisseurs aux Pays-Bas, en Espagne et en Afrique du Sud.

L'équipement le plus simple pour obtenir une estimation détaillée est l'analyseur d'humidité. Une petite partie des fruits séchés ou de tout autre produit est placée sur une balance métallique à l'intérieur de la machine et pesée. Ensuite, l'échantillon est chauffé à l'aide d'une lampe chauffante ou d'un élément chauffant jusqu'à ce que toute l'eau soit évaporée. Quand le poids ne change plus, il est comparé au poids de départ pour calculer le taux d'humidité initial. Par exemple, si l'échantillon original pesait 50 grammes et qu'il ne pèse plus que 45 grammes après séchage, le taux d'humidité de l'échantillon est égal à $5/50$, soit 10 %. Les analyseurs d'humidité intègrent généralement plusieurs programmes de séchage.

Un analyseur d'humidité coûte entre 950 et 1 500 euros, en fonction de la marque et de la polyvalence de la machine. Ces machines peuvent être achetées auprès de fournisseurs d'équipement de laboratoire.



Figure 22. Analyseurs d'humidité

3.5 Ingrédients de succès

Cette section présente plusieurs ingrédients clés du succès de la production de mangue séchée qui sont généralement interconnectés.

3.5.1 Disponibilité des matières premières et d'une stratégie d'approvisionnement

Premièrement, vous ne pouvez vous lancer dans la production de mangue séchée que si vous avez accès à de grandes quantités de mangues appropriées à des prix abordables. Si vous avez besoin de 13 kg de mangue fraîche pour produire 1 kg de mangue séchée, vous réaliserez une bonne marge bénéficiaire en dépensant maximum 0,22 € par kilo de mangues.

Deuxièmement, les variétés doivent être non fibreuses ou peu fibreuses, avoir un bon goût de mangue mêlant acidité et douceur et développer une belle couleur jaune à orange clair une fois séchées. Le fruit doit idéalement être de grande taille et présenter un bon ratio chair/noyau.

Troisièmement, vous avez besoin d'une saison de production d'au moins 3 mois si vous pouvez produire d'autres produits, et d'au moins 4 mois si vous pouvez seulement produire de la mangue séchée. Cela signifie que vous devez utiliser 3 ou 4 variétés différentes pour étirer la saison.

Quatrièmement, même si le calendrier de la saison n'est pas critique, une saison différente de celle de vos concurrents constitue un avantage, étant donné que les importateurs préfèrent acheter le produit tout au long de l'année. En d'autres termes, si votre saison de production tombe en dehors de la fenêtre janvier-juillet, c'est un avantage.

Enfin, pour exporter directement et exploiter une usine moderne qui peut être certifiée HACCP, BRC et/ou ISO, vous devez être capable d'acheter environ 30 tonnes de mangue fraîche par jour tout au long de la saison.

3.5.2 Bonne localisation de l'usine

Premièrement, comme vous avez besoin d'au moins 13 kg de matière fraîche pour 1 kg de matière séchée et que le transport dégrade la qualité des fruits frais, votre usine doit être située à maximum 5-6 heures en camion de vos vergers ou à maximum quelques centaines de kilomètres. Sinon, les coûts de transport seront trop élevés et les pertes causées durant le transport, trop importantes. Plus votre usine est éloignée des agriculteurs, plus il est difficile d'entretenir les relations et de refuser les chargements de mauvaise qualité. Si votre usine est située à quelques heures des vergers, vous aurez besoin d'agents d'approvisionnement sur place pour procéder au premier contrôle qualité dans le champ.

Deuxièmement, l'usine doit de préférence être située dans une zone industrielle raccordée au réseau électrique triphasé. Il est courant que les usines démarrent la production dans une zone rurale en périphérie d'un village ou d'une ville. Mais dans quelques années, cette usine sera vraisemblablement entourée de maisons. Ce type d'environnement limite la possibilité d'expansion et crée d'autres problèmes, comme des routes d'accès étroites et des nuisances sonores et olfactives pour les voisins.

Troisièmement, des conteneurs doivent pouvoir être facilement transportés jusqu'aux usines. Plus l'usine est proche d'un grand port, mieux c'est, étant donné que le facteur déterminant des coûts d'exportation est la distance par voie terrestre entre l'usine et le port. Les prix du fret maritime sont similaires pour la plupart des destinations.

3.5.3 Potentiel de diversification des produits

Il est très difficile de créer une usine rentable si elle ne peut fonctionner que 3 ou 4 mois par an et si elle ne dépend que d'un seul produit. C'est uniquement faisable si la mangue fraîche est relativement bon marché. Pour exporter et être rentable, une usine doit employer une équipe de direction instruite et compétente.

3. Approvisionnement

Cependant, les bons professionnels s'ennuient si l'usine est fermée durant une grande partie de l'année. De plus, les frais généraux de leurs salaires sont difficiles à couvrir avec un seul produit. Les investissements dans l'équipement, les bâtiments et la certification sont également difficiles à amortir avec un seul produit.

Les clients préfèrent en outre acheter une gamme de produits au même fournisseur afin de limiter le nombre de fournisseurs à gérer. Enfin, si vous produisez uniquement de la mangue et que la saison est mauvaise, toute l'année sera mauvaise.

La diversification la plus simple consiste à sécher d'autres fruits, comme l'ananas, la noix de coco et la banane. Mais ceux-ci ne sont pas toujours disponibles à prix abordable dans les régions productrices de mangue. Vous pouvez également envisager de sécher des légumes, des herbes et des épices, des céréales, etc.

Lorsque vous évaluez le potentiel de diversification, il est important de garder à l'esprit que tous les produits ne sont pas aussi rentables que la mangue séchée. Vous devrez peut-être accepter qu'un produit donné ait une marge plus faible, pour autant qu'il couvre les coûts.

3.5.4 Équipe de direction compétente

Une activité professionnelle requiert un directeur financier, un responsable marketing et logistique anglophone, un directeur d'usine, un responsable de l'approvisionnement et un CEO. La plupart des exportateurs essaient d'économiser sur l'équipe marketing, alors que si les exportateurs n'achètent pas, c'est principalement parce qu'ils ne sentent pas à l'aise de travailler avec des personnes qui ne parlent pas anglais. Une autre pratique à éviter est d'engager des membres de la famille non qualifiés et du personnel inexpérimenté pour économiser sur les salaires.

3.5.5 Échelle

Pour pouvoir investir dans des machines, des travailleurs qualifiés, le marketing et la certification et exporter directement, une usine moderne doit produire minimum 150 tonnes de mangue séchée par an, et idéalement même 250 tonnes. Cela revient à travailler pendant environ 3,5 mois avec 6 à 10 tunnels de séchage qui produisent chacun environ 240 kg de mangue séchée par jour. Cette production nécessite 2 000 à 3 500 tonnes de mangue fraîche.

Les importateurs veulent travailler avec seulement quelques fournisseurs de confiance capables de leur fournir plusieurs conteneurs par an. Chaque nouveau fournisseur requiert en effet des formalités administratives, une coordination et des visites sur place supplémentaires, pour lesquelles les importateurs n'ont ni le temps, ni l'argent. Donc, pour vendre, vous devez être capable de fournir au moins 3 à 5 conteneurs par an au client.

Les entreprises qui veulent exporter dans d'autres pays doivent soit s'agrandir, soit apprendre à acheter des produits finis à de petits fournisseurs locaux. Les petits transformateurs peuvent en outre envisager de nouer des relations avec de grands exportateurs nationaux ou régionaux qui recherchent des volumes supplémentaires.

3.5.6 Production efficace et connaissance du prix de revient

Vous ne gagnerez de l'argent que si vous parvenez à produire efficacement un produit de haute qualité. Pour ce faire, vous avez besoin d'un aménagement d'usine très efficace, d'un équipement de bonne qualité, de travailleurs bien formés et de matières premières de bonne qualité, mais aussi d'un enregistrement et d'une analyse constants de la production. Une bonne usine pèse le produit et rejette à chaque étape (réception, maturation, épluchage et découpe, séchage, conditionnement) ; elle sait ainsi exactement à quel niveau elle perd de l'argent. Un bon entrepreneur connaît également son prix de revient et gère ses coûts sur une base continue.

3.5.7 Certification

La certification HACCP est la certification minimale pour vendre un produit sur le marché européen, mais les certifications BRC et ISO 22000 sont importantes pour accéder à de nouveaux marchés. Les formalités administratives et la formation sont les aspects les plus difficiles de la certification. La certification bio est importante pour les clients bio, mais ne dit rien sur la qualité et la sécurité de votre processus de production. Le commerce équitable peut ouvrir certains marchés de niche, mais n'est pas si important.

3.6 Résumé des problèmes et opportunités

Tableau 6. Problèmes et opportunités

Problèmes	Opportunités
<ul style="list-style-type: none"> ↯ Activité techniquement exigeante ↯ Concurrence des fruits surgelés ↯ Empreinte carbone ↯ L'approvisionnement régional augmente les coûts et la complexité 	<ul style="list-style-type: none"> ↯ Peu de concurrents ↯ Obstacles techniques à l'entrée ↯ Approvisionnement régional pour remplir un calendrier d'approvisionnement annuel ↯ Conversion des déchets pour maximiser la valeur



ÉTUDE SUR LA MANGUE TRANSFORMÉE

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



COLEAD

GROWING PEOPLE

COLEAD

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