

Le séchage des mangues

Michel Rivier, Jean-Michel Méot,
Thierry Ferré et Mathieu Briard



Le séchage des mangues

Michel Rivier, Jean-Michel Méot,
Thierry Ferré et Mathieu Briard

Collection *Guide pratique*
Derniers titres parus

Les orchidées sauvages de Paris
Sébastien Lesné, coordinateur
2009

Mise en place de la redevance incitative du service public
d'élimination des déchets
André Le Bozec
2008

Manuel de l'évaluation des politiques publiques
Dominique Vollet, Farid Hadjab
2008

Poissons de l'océan Indien et de la mer Rouge
Marc Taquet, Alain Diringer
2007

Traitement des effluents d'élevage des petites et moyennes exploitations
Guide technique à l'usage des concepteurs, bureaux d'études et exploitants
Colin Burton, Vincent Jaouen, José Martinez
2007

Alimentation des bovins, ovins et caprins
Besoins des animaux - Valeurs des aliments
Tables Inra 2007
2007

Les végétations d'alpage de la Vanoise. Description agro-écologique et gestion pastorale
André Bornard, Mauro Bassignana, Claude Bernard-Brunet,
Sophie Labonne, Philippe Cozic
2007

Éditions Quæ
RD 10

F- 78026 Versailles Cedex
www.quae.com

CTA

Postbus 380
6700 AJ Wageningen – Pays-Bas
www.cta.int

© Éditions Quæ, CTA, 2009
e-ISBN (Quæ) : 978-2-7592-0342-0
ISBN (CTA) : 978-92-9081-421-4

Le code de la propriété intellectuelle interdit la photocopie à usage collectif sans autorisation des ayants droit. Le non-respect de cette disposition met en danger l'édition, notamment scientifique, et est sanctionné pénalement. Toute reproduction partielle du présent ouvrage est interdite sans autorisation du Centre français d'exploitation du droit de copie (CFC), 20, rue des Grands-Augustins, Paris 6^e.

À propos du CTA

Le Centre Technique de Coopération Agricole et Rurale (CTA) a été créé en 1983 dans le cadre de la Convention de Lomé signée entre les États du groupe ACP (Afrique, Caraïbes, Pacifique) et les États membres de l'Union Européenne. Depuis 2000, le CTA opère dans le cadre de l'Accord de Cotonou ACP-UE. Le CTA a pour mission de développer et de fournir des produits et des services qui améliorent l'accès des pays ACP à l'information pour le développement agricole et rural. Le CTA a également pour mission de renforcer les capacités des pays ACP à acquérir, traiter, produire et diffuser de l'information pour le développement agricole et rural.

Le CTA est financé par l'Union Européenne.



partageons les connaissances au profit des communautés rurales
sharing knowledge, improving rural livelihoods

Remerciements

Les auteurs de cet ouvrage remercient toutes les personnes qui ont participé à son élaboration et plus particulièrement Isabelle Bonnevie, Christine Rawski, Laurence Rodriguez, Martine Séguier-Guis et Jacques Brouat.

Avant-propos

La transformation de la mangue sous forme de tranches de mangue séchée est une voie de valorisation de ce fruit. Elle s'est développée en Afrique de l'Ouest depuis le début des années 1980, en particulier au Burkina Faso. Ce pays est considéré comme le pionnier de cette filière agroalimentaire. Les premières unités de séchage se sont alors installées avec le soutien des pouvoirs publics et des ONG du Nord, en visant puis captant un marché d'exportation vers l'Europe. Les transformateurs se sont très vite réunis autour de groupements de sécheurs.

Les acteurs de la filière ont pris conscience des exigences contraignantes et sans cesse renouvelées du marché, et en 2003, ils ont sollicité la Chambre de commerce et d'industrie du Burkina Faso (CCI-BF) pour demander un appui à la structuration de la filière mangue séchée et au renforcement des capacités.

C'est ainsi qu'un projet financé par la CCI-BF et les ambassades du Danemark et de France à Ouagadougou a pu être initié de façon collective, puis mené au cours des années 2004 et 2005 par une équipe projet. Celle-ci était composée de la CCI-BF (et l'un de ses services, le bureau d'appui aux micro-entreprises), de l'Association technologie pour le développement (Tech-Dév), du Centre de coopération internationale en recherche agronomique pour le développement (Cirad) et de l'Institut international d'ingénierie de l'eau et de l'environnement (2iE) de Ouagadougou.

Les résultats de ce projet ont été regroupés en 2005 dans un *Guide de l'entreprise de séchage de mangue au Burkina Faso*, publié et diffusé localement. Un des résultats contenus dans le guide était un séchoir à gaz à convection forcée qui, testé en situation de production, avait montré sa capacité à produire une très forte proportion de mangues séchées de qualité export, avec une consommation de gaz faible. Cependant, les principes techniques mis en œuvre demandaient pour le réglage final avant livraison des mesures et un savoir-faire rarement disponibles, limitant ainsi les chances de succès en cas de diffusion.

De 2006 à 2008, le Cirad a conduit des recherches pour dépasser ces limites.

Afin de répondre aux nombreuses demandes en Afrique de l'Ouest ou à l'échelle internationale sur la technologie de production de la mangue séchée, le Cirad a décidé de publier, avec le soutien du Centre technique de coopération agricole et rurale (CTA), un guide, synthèse des deux phases d'études.

Il présente l'ensemble des étapes de l'activité de transformation, depuis l'approvisionnement en mangues jusqu'à la mise en marché du produit séché. Il aborde également la conception et la réalisation d'une unité de séchage de mangues, y compris des séchoirs dont les plans de fabrication sont donnés ; enfin, il décrit les bonnes pratiques à mettre en œuvre pour obtenir un produit sain, loyal et marchand apte à satisfaire les attentes du marché.

Le guide s'adresse à tous les responsables de petites et moyennes entreprises, entrepreneurs et porteurs de projets qui souhaitent développer une activité de séchage de mangue ou améliorer les conditions de fonctionnement de leur activité existante. Les renseignements qu'il contient seront aussi utiles à ceux qui sèchent ou souhaitent sécher d'autres végétaux à forte teneur en eau. Cet outil permettra également aux conseillers d'entreprises d'accompagner plus efficacement les opérateurs économiques dans le développement de leur entreprise.

Michel Rivier
Cirad

Félix Sanon
CCI Burkina Faso



Sommaire

Avant-propos	5
La filière de la mangue séchée	
L'exemple du Burkina Faso	9
La production de mangue	9
Manguier	9
Mangue	9
L'organisation de la filière	11
Plantations familiales concentrées dans quelques régions	11
Développement des petites entreprises de séchage de mangues	11
Les marchés de la mangue séchée	12
Marché conventionnel européen des fruits tropicaux séchés	12
Marché européen des produits biologiques	13
Marché du commerce équitable	14
Transformation de la mangue	15
Les principales étapes de transformation	15
Prétraitement	15
Préparation des mangues	21
Traitements optionnels possibles	23
Séchage	25
Opérations post-séchage	33
Stockage des mangues séchées	35
Les équipements de séchage	35
Séchoir à gaz à convection naturelle	35
Fonctions que doit remplir un équipement de séchage de mangues	37
Propositions fonctionnelles pour un séchoir ventilé	39
Proposition d'un séchoir ventilé	42
Fiches techniques	45
Fiche 1. Mesures et unités de mesure dans l'élaboration de la mangue séchée	46
Humidité relative de l'air	46
Puissance calorifique d'un brûleur	46
Rendement énergétique du séchoir	47

Teneur en eau de la mangue	47
Rendement en pulpe de la mangue	48
Rendement de séchage	48
Rendement global de transformation	48
Quelques unités et valeurs utilisées	48
Fiche 2. Notion de disponibilité et d'activité de l'eau dans la mangue	49
Eau libre	49
Eau liée	49
Activité de l'eau	49
Séchage des mangues en trois phases	49
Fiche 3. Le brunissement de la mangue séchée	51
Brunissement enzymatique	51
Brunissement non enzymatique	51
Fiche 4. Notions de températures liées au séchage	52
Fiche 5. Humidité relative de l'air et teneur en eau des produits	53
Fiche 6. Techniques du séchage	54
Fiche 7. Pourquoi et quand recycler l'air dans un séchoir	55
Fiche 8. Mécanisme d'échange entre l'air et le produit – Notion de convection naturelle	56
Manuel de production	59
Préparation de campagne	60
Fiche de prévision de production	60
Gestion des stocks	62
Fiche de suivi de stock de matière première (mangues fraîches)	62
Fiche de suivi du stock de gaz	64
Fiche de suivi des emballages	66
Gestion de production	68
Fiche de suivi de production	68
Bilan de campagne	70
Fiche de synthèse de production	70
Annexe	
Plans du séchoir ventilé	73

La filière de la mangue séchée

L'exemple du Burkina Faso

La production de mangue

Manguier

Le manguier appartient à la famille des Anacardiacees, du genre *Mangifera* L., regroupant 60 arborescences. L'une d'elle, *Mangifera indica*, comprendrait 1 000 variétés, et plus de 70 cultivars (greffage) présents sur divers continents.

C'est l'un des arbres fruitiers les plus cultivés au Burkina Faso. Il s'étend sur une superficie de près de 6 800 hectares sur les 12 000 hectares de verger que compte le pays. Avec un rendement moyen de 7 à 8 t/ha, la production nationale est de 47 600 à 54 400 tonnes.

Il pousse sur des sols sablo-limoneux, bien drainés et ayant un PH compris entre 5,5 et 6,5 ; le manguier préfère les sols profonds, assez légers ou de structure moyenne pour assurer une pénétration satisfaisante des racines, une bonne aération et un bon drainage.

La multiplication des manguiers s'effectue essentiellement par greffage, ce qui permet la conservation des caractères variétaux.

Pour la plantation, il est préconisé un espacement au carré de 10 m × 10 m en moyenne, soit une densité de 100 pieds par hectare. Selon les conditions pédo-climatiques, les espacements 8 m × 8 m ou 12 m × 12 m peuvent être réalisés.

Mangue

Après la saison des pluies, et sur les sujets âgés d'au moins 3 ans, il apparaît des inflorescences terminales, parfumées, paniculées et hermaphrodites à 5 pétales. Les inflorescences du manguier sont composées de grappes érigées portant des milliers de petites fleurs (8 000 à 10 000), à dominante rouge ou jaune. Généralement, la floraison de *Mangifera indica* est induite par la saison sèche. Il existe néanmoins quelques variétés qui fructifient différemment, quelquefois plusieurs fois par an. C'est de ces inflorescences que naîtra la mangue qui est un fruit tropical sous forme de drupe. Le fruit est de taille et de forme variable, plus ou moins aplati latéralement, et de poids très différent suivant la variété (de 100 à 2 400 grammes par fruit). Il est dissymétrique et l'apex se termine en générale par un bec.

La mangue comprend trois parties principales :

- la peau (exocarpe) ;
- la pulpe (mésocarpe) ;
- le noyau (endocarpe).

La peau est la partie externe qui recouvre le fruit. Elle est assez mince, généralement inférieure à 1 mm. À maturité elle peut avoir différentes couleurs selon les variétés, allant du vert au rouge en passant par le jaune.

La pulpe est la partie comestible du fruit. Elle est de couleur jaune orangé et peut être fondante ou un peu ferme. Les variétés améliorées comportent peu de fibres dans la pulpe et sont facilement acceptées par le consommateur de fruit frais. C'est cette pulpe qui est utilisée par les unités de séchage.

Le noyau sur lequel s'insèrent les fibres comporte une cavité dans laquelle se loge l'amande. Le tableau 1 indique les proportions des différentes parties de quelques cultivars de mangue.

Les deux dernières étapes de la formation du fruit sont les plus importantes pour le séchage :

- le stade climatique ;
- le stade final.

Le stade climatique s'allonge du 77^e au 88^e jour, après la formation des fruits. Durant ce stade, la respiration des cellules de la mangue augmente au maximum et les réserves s'accroissent sous forme d'amidon. À la fin de ce stade, la peau de la mangue commence à changer de couleur (passage du vert au jaune ambré ou autre, suivant la variété) et les apports nutritifs de l'arbre aux fruits se ralentissent notablement. C'est à la fin de ce stade que le fruit est mature et que la récolte peut se faire sans inconvénient pour la qualité des mangues et pour la qualité de la mangue séchée. Un fruit récolté avant ce stade ne mûrit pas et donne au séchage un produit blanchâtre ne répondant pas aux exigences du marché.

Durant le stade final, le fruit mûrit naturellement en subissant différentes transformations, dont les principales sont :

- la transformation de l'amidon en sucre ;
- la diminution de l'acidité ;
- l'apparition de la couleur du mûrissement.

La mangue destinée au séchage ne doit pas atteindre ce stade final, sinon le produit brunit au cours du séchage ou durant le stockage. En outre, à ce stade, les pertes au stockage sont importantes.

Au Burkina Faso, parmi l'ensemble des variétés de mangues connues, seules les variétés Amélie et Brooks sont séchées.

La variété Amélie est également appelée Governor. C'est la plus produite et elle représente 50 % des superficies cultivées. Le fruit est de taille moyenne, arrondi, avec une peau vert orangé. Son poids moyen est de 400 à 900 g. Sa chair est d'une couleur orange foncé, souple et sans fibre. Elle est de très bonne qualité gustative. Cette mangue est utilisée en début de campagne de séchage, car les premières récoltes ont lieu à partir de la seconde quinzaine du mois d'avril. Elle est légèrement acide à maturité et son mûrissement a l'avantage d'être facilement maîtrisable.

La variété Brooks est communément appelée « mangue retard ». Cette variété plus tardive produit du mois de juin au mois de septembre. Elle est donc utilisée pour la fin de campagne de séchage. Elle présente plusieurs types identifiables par la couleur de la peau et de la chair des fruits. Elle demeure une des plus hétérogènes en termes d'acidité. Le fruit pèse de 300 à 800 g. Le mûrissement naturel est très long après la cueillette (5 à 8 jours).

Une troisième variété appelée Kent, bien qu'encore inexploitée par les unités de séchage, présente un important potentiel du fait d'un ratio entre matière sèche et pulpe très favorable. Elle présente de gros fruits ovoïdes sans bec. La peau épaisse, de bonne résistance, est colorée de jaune verdâtre et de rouge foncé. Le noyau est de taille moyenne. La peau se détache aisément de la chair qui est jaune intense à jaune orangé (couleur qu'elle conserve au séchage), fondante, juteuse et sans fibre. Le poids moyen du fruit est de 700 à 800 g. Cette variété introduite récemment au Burkina Faso est encore faiblement disponible. Elle est essentiellement destinée à l'exportation en frais, mais pourrait à très brève échéance être utilisée pour le séchage, compte tenu de son importante diffusion.

Tableau 1. Comparaison des trois principales variétés de mangue du Burkina Faso.

Variété	Poids moyen d'un fruit (kg)	Peau (%)	Noyau (%)	Pulpe (%)
Amélie	0,400	8,1	5,1	86,8
Kent	0,757	13,4	6,2	80,4
Brooks	0,550	14,2	5,6	80,2

L'organisation de la filière

Plantations familiales concentrées dans quelques régions

La production de mangues est assurée par une multitude de petits planteurs. Elle est saisonnière, et tellement abondante en certaines périodes que des milliers de tonnes pourrissent aux pieds des arbres. Ces pertes importantes pourraient atteindre 50 % de la production.

Au Burkina Faso, l'introduction de variétés tardives et précoces a permis d'étaler la production du mois de février au mois de septembre avec une concentration en avril, mai et juin.

L'installation de ces vergers avait été accompagnée par l'État burkinabè jusqu'en 1991. Aujourd'hui, des efforts sont consentis par les exploitants dans la création de nouveaux vergers ou le remplacement des plus anciens. Ces efforts portent également sur la réorganisation de la filière, avec le concours d'Organisations non gouvernementales (ONG) et d'associations du Nord, en vue de promouvoir la production de mangues fraîches de qualité destinées à l'exportation, et la transformation locale à travers les groupements d'intérêt économique (GIE) qui ont progressivement vu le jour.

Développement des petites entreprises de séchage de mangues

Si pendant longtemps la mangue du Burkina Faso a été exportée en l'état, le début des années 1980 a été marqué par l'installation des premières unités de séchage avec le soutien des pouvoirs publics et d'ONG du Nord comme le Centre écologique Albert Schweitzer (Céas). Ces entreprises assurent la transformation d'une partie du surplus de la production, contribuent à la réduction des pertes et concourent à l'entrée de devises par l'exportation. L'accent peut être

mis sur la mangue séchée biologique et, dans ce cas, les vergers sont certifiés par un organisme agréé. Les exportations de mangues séchées se sont principalement orientées vers l'Europe, après avoir débuté en Suisse.

Selon le type d'équipement de séchage, les unités de transformation peuvent être classées en trois catégories :

- les unités équipées de séchoirs solaires, de type coquillage, de petite capacité. Elles traitent quelques dizaines de kilos de mangues fraîches par jour. Les séchoirs solaires de type coquillage ont été vulgarisés par l'ONG Abac, avec le soutien du Gères France. Actuellement, ce type d'unité est quasiment absent de la filière d'exportation des mangues séchées ;
- les unités équipées de séchoirs à combustion de gaz, à convection naturelle de type Céas Atesta. Elles sont les plus répandues et peuvent transformer environ une tonne de mangues fraîches par jour. En général, les unités possèdent plusieurs séchoirs qu'elles font construire par des artisans locaux au fur et à mesure du développement de leur activité. Ce sont ces unités qui fournissent le gros des volumes de mangues séchées pour l'exportation ;
- les unités équipées d'autres types de séchoirs, tels que le séchoir Cartier ou le séchoir Onudi mixte gasoil/solaire. On ne compte que quelques unités de ce type, principalement mises en place avec l'appui de projets.

En raison de la coïncidence de la seconde partie de la campagne de séchage avec la saison des pluies et pour des raisons économiques, le séchage à combustion directe de gaz est le plus utilisé. Il permet de sécher des volumes plus importants et d'obtenir une qualité nettement supérieure, plus homogène, conforme aux exigences du marché européen.

Pour être exportée, la mangue séchée doit en effet répondre à un certain nombre de critères de couleur et de taille (voir tableau 2, chapitre suivant).

La quasi-totalité des unités de séchage font partie d'associations de commercialisation. Ces dernières organisent et assurent les analyses des produits, l'encadrement des sécheurs et l'exportation des mangues séchées.

La mangue séchée est écoulee sur différents marchés suivant sa qualité. Plus de 80 % des mangues séchées de 1^{er} choix sont exportées. Pour ce faire, les transformateurs doivent respecter un cahier des charges, transmis par les importateurs européens.

Les marchés de la mangue séchée

Marché conventionnel européen des fruits tropicaux séchés

L'exportation de produits agricoles bruts ou transformés est difficile, car l'on doit à la fois être en conformité avec les exigences d'un marché distant dont on ne maîtrise pas toujours les usages, et aussi affronter la concurrence vive de produits de diverses provenances.

On distingue deux grandes catégories de produits :

- les produits de bouche ;
- les produits composés.

Les produits de bouche – cocktails de fruits séchés pour apéritifs, sachets et barquettes de fruits séchés type pruneaux, abricots... – sont en général appréciés pour leur moelleux, leur taux d'humidité résiduelle étant de l'ordre de 35 %.

La conservation des fruits étant assurée soit par une pasteurisation, soit par l'ajout d'un conservateur, on parle de fruits « mi-cuits ».

Dans les produits composés ou complexes, les fruits séchés sont des intrants pour la fabrication de mélanges pour petit déjeuner (muesli, mélange de céréales et de fruits), barres céréalières, confiseries, glaces, pâtisseries...

La distribution des produits de bouche est assurée par des points de vente de proximité (boutiques de luxe, petits commerces...) et par la grande distribution (grandes et moyennes surfaces ou GMS). Les fruits séchés exotiques vendus comme produits apéritifs se rencontrent essentiellement en GMS. Il s'agit notamment de cubes d'ananas en provenance d'Asie (ananas confits). Les importateurs sont très exigeants sur la qualité du produit et sur l'emballage (packaging). C'est un créneau sur lequel la concurrence est extrêmement vive et où sont déjà présents les fournisseurs asiatiques (Thaïlande) et d'Amérique du Sud (Brésil).

L'industrie alimentaire est à la recherche d'intrants pour les produits composés ; les fruits tropicaux séchés en provenance d'Afrique ne se positionnent pas à l'heure actuelle sur ce marché, occupé uniquement par quelques produits asiatiques à des prix très bas.

Marché européen des produits biologiques

La définition d'un produit biologique alimentaire est harmonisée depuis 1991 entre les membres de l'Union européenne. Le cahier des charges portant sur la production, la transformation et le transport d'un produit biologique est détaillé dans le règlement CEE n° 2092/91 du Conseil du 24 juin 1991 (JO n° L 198 du 22/07/1991).

Un produit biologique est un produit agricole ou une denrée alimentaire dont les méthodes de production visent à respecter l'environnement et les équilibres naturels. Le mode de production ne fait intervenir aucun produit chimique de synthèse (pesticides, herbicides, fongicides, soude, métabisulfite de sodium...) et exclut l'utilisation d'organismes génétiquement modifiés (OGM).

Un organisme de contrôle indépendant et agréé par l'Union européenne vérifie régulièrement que les conditions de fabrication correspondent au cahier des charges. Cet organisme, dit « organisme certificateur », veille à l'application de toutes les dispositions réglementaires prévues et accorde ou non la mention « produit biologique ». Cette certification peut être retirée à tout moment s'il est constaté un manquement à la réglementation. La certification doit être renouvelée chaque année et le coût du contrôle demeure à la charge de l'entreprise ou du producteur qui la demande.

Le marché européen des produits biologiques a longtemps été considéré comme un marché alternatif à la consommation de masse. Il s'agissait essentiellement d'un mode de consommation militant, assez confidentiel, impliquant un réseau spécifique de producteurs et de distributeurs. Avec les crises alimentaires successives survenues à la fin des années 1990, ce marché a connu un nouvel essor. Les consommateurs européens sont de plus en plus attentifs à la notion de sécurité alimentaire et nombreux sont ceux qui se sont tournés vers l'alimentation biologique, provoquant ainsi l'émergence très rapide d'une niche de marché exploitable par les grands groupes alimentaires et par le réseau de distribution classique. Ces derniers veulent rendre le « bio » accessible à un grand nombre de consommateurs.

En Europe, l'importance du marché des produits biologiques varie considérablement d'un pays à l'autre. De 1999 à 2004, de nombreuses sources citent un taux de croissance du marché européen compris entre 6 % (Autriche) et 246 % (Italie). Ce taux est de 13 % pour la France et de 10 % pour l'Allemagne. Cette forte croissance est en grande partie due à l'implication de plus en plus forte de la grande distribution. Dans certains pays européens comme le Royaume-Uni, la Suède, la Suisse ou le Danemark, 70 à 80 % des produits biologiques sont d'ores et déjà vendus en supermarché. Selon les importateurs européens, cette tendance se maintiendra au cours des prochaines années.

La demande du marché biologique évolue vers de nouvelles formes de présentation du produit ou encore vers l'incorporation de morceaux de mangues séchées dans des préparations complexes (muesli, barres chocolatées, produits laitiers...). Au contraire du marché conventionnel des produits séchés, la concurrence asiatique est faible sur ce marché des produits biologiques et les perspectives de croissance de ce secteur attisent les convoitises.

Marché du commerce équitable

Le marché du commerce équitable (*fairtrade*) est en forte progression en Europe, même s'il reste encore un marché de niche qui s'adresse à des acheteurs « militants ». La distribution se fait par des boutiques de proximité et des magasins qui ouvrent progressivement des rayons de produits équitables. Des fruits séchés de pays du Sud sont proposés par ces boutiques en France, en Suisse, en Belgique, en Allemagne, en Italie... À titre d'exemple, l'ananas séché du Bénin, du Togo et du Cameroun, et la mangue séchée du Burkina Faso sont commercialisés dans quelques pays européens via les centrales d'achat du commerce équitable.

La vente par correspondance de produits équitables est également en progression. Enfin, les grandes et moyennes surfaces distribuent des produits équitables, en général labellisés par une association ayant développé un label international. À ce jour, il s'agit de produits comme le café, le chocolat, les fruits frais (ananas, bananes), les jus de fruits, le miel...

Cependant, on ne trouve pas ou encore peu de fruits tropicaux séchés du commerce équitable en grandes et moyennes surfaces, alors que quelques coopératives de producteurs de mangues au Burkina Faso et d'ananas au Bénin sont labellisées et disposent d'unités de séchage de fruits ou vendent leurs fruits à des unités de séchage agréées.

Transformation de la mangue

Les principales étapes de transformation

Le procédé de transformation de la mangue fraîche en mangue séchée consiste en une succession d'opérations (figure 1) que l'on peut scinder en trois phases principales :

- préparation de la mangue, phase de prétraitement en zone de travail « humide » ;
- séchage de la mangue en zone de travail « sèche » ;
- conditionnement de la mangue séchée en zone de travail « sèche ».

Les principales opérations sont les suivantes :

- sélection de mangues en bon état après la récolte et à maturité optimale pour la transformation ;
- lavage ;
- épluchage ;
- tranchage des mangues épluchées ;
- mise en claies des pièces de mangues ;
- séchage ;
- tri des pièces de mangues sèches en 3 qualités ;
- conditionnement séparé des différentes qualités ;
- stockage des sachets et cartons de mangues séchées avant expédition.

Un bilan matière est présenté en figure 2.

La configuration d'une unité à 4 séchoirs (8 cellules) en convection naturelle est proposée en figure 3.

Il est à noter que chaque cellule d'un séchoir en convection naturelle a une capacité de séchage de 50 kg de pulpe (mangue épluchée, en tranches et morceaux) par 24 heures. Si l'on considère qu'il faut 120 kg de mangues pour obtenir 50 kg de pulpe (figure 2), l'unité proposée a une capacité de transformation de près de 1 tonne de mangues par 24 heures (soit environ 80 kg de produit sec).

Prétraitement

Matière première « mangue »

Il n'est possible de faire des bons produits secs qu'à partir de mangues fraîches de bonne qualité. La qualité de la mangue, matière première, joue un rôle très important dans la qualité du produit fini qu'est la mangue séchée. Cette qualité dépend de différents facteurs qui peuvent être maîtrisés, à savoir la variété, le degré de maturité, le mode de cueillette et le système de transport.

La mangue étant un fruit qui mûrit par étape, il importe de la récolter « vert-mature ». Il est conseillé de la cueillir au moins 14 semaines après la floraison. La mangue étant développée mais encore verte, le contrôle de son évolution ultérieure vers le stade pleinement mûr est facilité. Cueillie trop verte, la mangue mûrit mal (acide et peu sucrée) et cueillie tardivement, sa dégradation devient trop rapide pour permettre le transport et la transformation. Pour la variété