

Aptitude au séchage de quelques variétés de mangue cultivées au Cameroun : Amélie, Zill, Irwin et Horé Wandou

Anselme KAMENI*, Carl M. MBOFUNG**, Z. NGNAMTAM**, Jean DOASSEM*, Layla HAMADOU

* IRAD, BP 415, Garoua, Cameroun

** ENSAI, BP 455, Ngaoundéré, Cameroun

Résumé — Quatre variétés de mangue (3 variétés améliorées: Amélie, Zill, Irwin et 1 variété locale : Horé Wandou) ont été récoltées et séchées en vue d'étudier leur comportement au séchage dans un séchoir électrique et au soleil. Les fruits, récoltés à 2 niveaux de maturité (maturité commerciale et avancée), ont été lavés, parés puis découpés en lamelles d'un centimètre d'épaisseur et séchés. Pour la même variété, le pH, la teneur en eau et en sucre des fruits augmentent avec le degré de maturité, tandis que l'acidité baisse. Après un séchage à 50°C pendant 24 heures, les lamelles de mangue séchées obtenues avaient une humidité comprise entre 16 et 24 %. Des différences significatives existent entre les rendements au séchage des variétés étudiées. Les variétés Zill, locale, Irwin et Amélie ont eu des rendements respectifs de 14,8 %, 12,9 %, 12,4 % et 10,6 %. Les lamelles de mangue séchée à maturité avancée sont moins acides, plus sucrées et plus riches en vitamine C que celles séchées à maturité commerciale ou physiologique. Les taux moyens de conservation après séchage des constituants nutritifs (vitamine C, sucres réducteurs, extraits secs solubles) sont supérieurs à 56 %, sauf pour la fibre (16 %). Un séchage solaire direct a été réalisé et les produits obtenus sont semblables à ceux du séchage au four électrique, malgré la durée plus longue de l'opération et un taux de vitamine C plus faible.

Abstract — **Sundrying ability of some mango varieties grown in Cameroon: Amélie, Zill, Irwin and Horé Wandou.** Four mango varieties (3 improved varieties: Amélie, Zill, Irwin, and 1 local variety: Horé Wandou) were harvested and dried in order to study their ability to produce quality dried slices. Fruits were harvested at 2 levels of maturity (commercial maturity and advanced maturity). Mangoes were peeled and cut into slices of one cm. Analyses of fresh and dried pulp, were done. pH, water and sugar contents of fruits increased with degree of maturity. Zill had a higher water content compared to Amélie and Irwin. Mango slices were dried at 50°C for 24 hours to a residual water content of 16 to 24%. Some significant differences ($P < 0.05$) were observed in the dry matter yields. The varieties Zill, local, Irwin and Amélie yielded 14.8%, 12.9%, 12.4% and 10.6% of dried pulp, respectively. Mangoes at commercial maturity after drying were less acid, sweeter and had a higher vitamin C contents than mangoes dried at physiological maturity. Crude fiber contents in improved varieties were lower than in the local variety. Vitamin C contents increased from physiological to commercial maturity and decreased at advanced maturity. The retention rate of nutrients (vitamin C, reducing sugar, water soluble extracts) were over 56% at the end of drying operations except for crude fiber (16%). A direct solar drying was tried and the products obtained were similar to those dried in an electric dryer, but drying time was longer.

Introduction

La mangue, fruit du manguier (*Mangifera indica*), est produite en abondance au Cameroun. La période de récolte, relativement courte, dure de 2 à 3 mois dans l'année suivant les régions. Les quantités de mangues disponibles sur les marchés sont importantes et entraînent des méventes et des pertes post-récolte considérables (Temple, 2001). L'Institut de recherche agricole pour le développement (IRAD) a introduit dans les années 80 un certain nombre de variétés améliorées dans les vergers pour augmenter la production. Actuellement, les variétés de mangues produites sont réparties en deux catégories: les variétés dites améliorées et les mangues de variété locale. Les différences majeures entre ces deux groupes de mangues se situent au niveau du rendement en pulpe, de la teneur en fibres et du cycle de maturation des fruits.

La mangue fraîche se conserve moins de 10 jours à température ambiante. Elle supporte mal la congélation et brunit sous réfrigération prolongée. Un problème réel de conservation se pose donc. Des technologies de transformation de pulpe en jus et nectars existent, ainsi que la fabrication de gelées et confitures (Hulme, 1971; François, 1993; Besuchet et De Pury 1998). En milieu rural, le stockage des jus se heurte aux problèmes de réfrigération. Les travaux antérieurs (Uzuegbu et Ukeka 1987; Desmorieux, 1992; Candelaria et Ray Mondo, 1994; Sagar et Khurdiya, 1996) montrent que le séchage de la mangue est une alternative intéressante et pratique en milieu rural. En effet, le séchage est une technique de déshydratation qui permet d'éliminer partiellement ou totalement le liquide imprégnant un solide. Cette technique assez ancienne est très utilisée de nos jours dans les pays en voie de développement pour la conservation des aliments. Dans les régions de savanes africaines, le séchage est facile du fait des conditions favorables d'ensoleillement, de température et d'humidité relative. Le séchage de la mangue apparaît comme une alternative intéressante pour réduire les pertes post récolte. Ce travail visait l'étude de l'aptitude de 4 variétés de mangue au séchage dans les conditions du Nord du Cameroun.

Matériels et méthodes

Les mangues

Les mangues utilisées proviennent du marché local et de deux vergers de Kismatari (Garoua) : le verger de la station IRAD et celui d'un fruiticulteur. Les poids des fruits sont les suivants : Amélie (371 ± 67 g), Zill (315 ± 19 g), Irwin (264 ± 22 g) et la variété locale (155 ± 19 g). La grande largeur des fruits mesure entre 7,5 et 10,1 cm et la hauteur entre 7,20 à 12,60 cm. Des différences existent entre ces variétés, surtout au niveau de la forme, du poids et de la couleur des fruits (vert au jaune orangé). Ces caractéristiques sont proches de celles notées par Laroussilhe (1980) pour des fruits semblables.

Matériel de séchage

Le séchage s'effectue dans un four électrique (séchoir turbo mixte à air pulsé chaud de marque Bonnet, Type TMN) et sur des claies de séchage solaire (L = 147 et 190 cm, l = 70 et 98 cm). Ces claies sont constituées d'un cadre en bois dont le bas est recouvert d'une toile type moustiquaire en matière synthétique. Les tranches de mangue sont disposées sur la toile et le tout est recouvert par une autre claie de même nature. Ces dispositions empêchent tout contact du produit avec le milieu extérieur (mouches, abeilles...). Les claies ainsi recouvertes sont déposées sur un support d'environ 1 mètre de haut et exposées directement au soleil.

Méthodes

Collecte des échantillons

Les fruits utilisés proviennent d'arbres connus pour les variétés Amélie, Zill, et Irwin et sont récoltés à des niveaux de maturité différents : la maturité commerciale (mangue mûre et encore bien ferme); la maturité avancée (mangue très mûre et très tendre). Les fruits de la variété locale (Hore Wandou), sont obtenus sur le marché, à maturité commerciale. Le choix de ces variétés est guidé par la précocité dans la maturité (Amélie et Irwin), la maturité intermédiaire (Irwin) et la maturité intermédiaire à tardive (variété locale). Au total 6 collectes d'échantillons ont été effectuées.

Traitement des échantillons

Les mangues sélectionnées sont lavées abondamment, égouttées et pesées. Elles sont pelées, dénoyautées puis découpées en lamelles. La peau, les noyaux et la pulpe sont pesés. Après séchage, les lamelles de mangue séchée sont pesées et les rendements sont calculés avec le rapport poids sec sur poids frais.

Séchage de la mangue

Les tranches de mangues sont disposées sur les claies de façon à laisser de l'espace entre elles afin de faciliter la circulation de l'air. La densité moyenne est de 4 kg/m². Le tout est placé dans le séchoir réglé à température de 50°C. Le séchage est assuré par l'air chaud qui traverse parallèlement les couches du produit. La chaleur est transférée au produit par convection tandis que l'élimination d'eau se fait par entraînement à l'air sec qui entre par le bas du four et en ressort par le haut chargé d'humidité. Un retournement des tranches est effectué 3 à 4 fois pendant le séchage. Cette opération vise à éviter que les lamelles de mangue ne collent sur la toile. Les lamelles sont jugées sèches lorsque les lamelles sont fermes à la pression des doigts.

Analyses physico-chimiques des mangues

La teneur en eau est déterminée par étuvage à 105°C pendant 24 heures. Le pH des échantillons de mangue fraîche et séchée est obtenu à l'aide d'un pH-mètre. L'acidité titrable est déterminée par la méthode normée AFNOR (1982) avec comme indicateur coloré la phénolphthaléine et comme base la soude (NaOH 0,1 N). Pour la pulpe séchée, la prise (1g) est trempée dans 10 ml d'eau distillée pendant 30 à 45 minutes pour la ramollir et ensuite on procède comme pour la pulpe fraîche.

La teneur en vitamine C est obtenue par la méthode à l'indophénol (Tomohiro, 1990). La teneur en fibres est obtenue par traitement des échantillons à une ébullition acide avec une solution d'acide sulfurique. Le résidu obtenu est lavé à l'eau. Il est soumis ensuite à une ébullition basique avec une solution d'hydroxyde de sodium. Le résidu est encore lavé, puis filtré et séché à l'étuve à 103 ± 2 °C et enfin incinéré au four à 600 °C pendant 30 à 60 minutes.

La détermination du taux de sucres réducteurs est effectuée par la méthode colorimétrique au DNS (Acide 3,5 dinitro salicylique) de Summer (1924). Les extraits secs solubles des échantillons sont déterminés à l'aide d'un réfractomètre. Les taux de rétention des différents constituants sont calculés par rapport à la matière de départ avec la formule : Taux dans la matière sèche/Taux dans la matière fraîche x 100.

Analyses statistiques

Le dispositif expérimental utilisé est un schéma factoriel dans des blocs complètement randomisés. Les facteurs sont : le niveau de maturité (commerciale et avancée) ; les variétés (Amélie, Zill, Irwin, et la variété locale). Un bloc est constitué des mangues d'une même récolte. Pour le séchage solaire, seule la variété Amélie est utilisée. L'analyse de la variance a été effectuée avec le logiciel STAT-ITCF (Bergonzini et Duby, 1995).

Résultats

Les caractéristiques chimiques des différentes variétés de mangue fraîche à maturité commerciale et avancée sont présentées dans le Tableau I. Les éléments chimiques de la mangue varient en fonction de la variété et du niveau de maturité. Le pH augmente avec le niveau de maturité, sauf pour la variété locale, et se situe entre 3,7–4,0 et 3,9–4,1, respectivement pour les maturités commerciale et avancée. L'acidité titrable varie d'une variété à l'autre et baisse avec le degré croissant de maturité. La teneur en eau des fruits est en général comprise entre 74 et 81 %. Les variétés Irwin et Amélie ont des teneurs en eau supérieures à celles des variétés Zill et locale, quel que soit le niveau de maturité des fruits. La teneur en extraits secs solubles est indépendante du niveau de maturité, sauf pour la variété Amélie. Pour une même variété, les teneurs en eau, sucres réducteurs et vitamine C augmentent dans le fruit avec le niveau de maturité. A maturité commerciale, la variété Zill est la plus acide, alors que la variété Irwin est la plus riche en vitamine C. A l'exception de la variété locale, le taux de vitamine C augmente avec le degré de maturité, ce qui confirme les résultats de Laroussilhe (1980). La variété locale est la plus riche en fibres (1,7 %), alors que la variété Amélie est la plus pauvre (0,7 %).

Tableau I. Composition chimique des mangues fraîches.

	Amélie		Zill		Irwin		Locale	
	MC	MA	MC	MA	MC	MA	MC	MA
pH	3,7 ^b	4,1 ^a	3,8 ^b	4,1 ^a	3,8 ^b	4,2 ^a	4,0 ^a	4,00 ^a
Acidité titrable meq / 100 g)	12,8 ^b	5,5 ^e	16,2 ^a	7,8 ^d	10,0 ^c	5,8 ^e	10,0 ^c	8,3 ^d
Teneur en eau (%)	79,2 ^a	80,4 ^a	74,0 ^b	76,9 ^b	80,4 ^a	80,9 ^a	77,4 ^b	75,2 ^b
Extraits secs solubles (°brix)	12,6 ^c	15,8 ^c	22,0 ^a	21,2 ^a	18,7 ^b	17,2 ^b	21,4 ^a	21,7 ^a
Sucres réducteurs (%)	3,8 ^b	5,5 ^c	4,9 ^b	7,5 ^b	4,6 ^b	6,6 ^b	6,5 ^a	9,3 ^a
Vit C (mg / 100 g)	37,3 ^a	48,1 ^b	11,4 ^d	14,8 ^d	17,2 ^b	59,2 ^a	14,3 ^c	34,3 ^c
Fibres (%)	0,7 ^c		1,1 ^b		1,0 ^b		1,7 ^a	

Les échantillons avec des indices différents sont différents (au seuil de 5%) pour un même niveau de maturité.
MC : maturité commerciale ; MA : maturité avancée.

Les rendements au séchage des différentes variétés de mangue se situent entre 10,6 et 14,8 kg pour 100 kg de mangue fraîche, toutes maturités confondues (tableau II). Des différences significatives existent entre les variétés de mangue étudiée : Zill a un rendement au séchage plus élevé que les variétés Amélie et Irwin. Ceci est une conséquence de la forte teneur en eau des variétés Amélie et Irwin, alors que Zill est plus riche en sucre.

Tableau II. Rendements de séchage (%).

Variétés de mangue	Séchage four électrique		Séchage solaire	
	Rendement pulpe	Rendement fruit	Rendement pulpe	Rendement fruit
Amélie	14,6 ^c	10,6 ^a	16,4 ^b	11,4 ^a
Zill	22,4 ^a	14,8 ^a	24,7 ^a	15,0 ^b
Irwin	18,3 ^b	12,4 ^a	18,4 ^b	12,3 ^a
Locale	23,9 ^a	12,9 ^a	23,9 ^a	13,5 ^a

(Les valeurs portant des lettres différentes sont significativement différentes au seuil de 0,05, dans la même colonne).

Les caractéristiques chimiques de la mangue séchée sont présentées dans le tableau III. La teneur en eau résiduelle dans les produits n'est pas significativement différente selon les variétés étudiées. Elle varie de 16,8 à 17,1 % et 18,3 à 22,6%, respectivement pour les maturités commerciales et avancées. Pour le séchage des fruits, O'Mahony *et al.* (1986) recommandent une teneur en eau résiduelle de 15 à 28 %.

Tableau III. Caractéristiques chimiques des mangues séchées au séchoir électrique.

	Amélie		Zill		Irwin		Locale	
	MC	MA	MC	MA	MC	MA	MC	MA
pH	3,8 ^c	4,5 ^a	4,0 ^b	4,2 ^b	4,1 ^b	4,3 ^a	4,1 ^b	4,1 ^b
Acidité (meq/100 g)	67,2 ^a	17,9 ^c	53,9 ^a	34,0 ^b	41,7 ^b	27,3 ^c	35,3 ^b	40,9 ^b
Teneur en eau (%)	16,8 ^a	17,2 ^a	17,5 ^a	23,5 ^a	17,1 ^a	18,9 ^a	18,3 ^a	20,1 ^a
Extraits secs solubles (brix)	85,7 ^a	89,2 ^a	80,0 ^a	80,0 ^a	83,3 ^a	84,2 ^a	85,0 ^a	86,7 ^a
% Sucres réducteurs	10,8 ^b	16,3 ^b	16,3 ^a	17,9 ^b	17,5 ^a	24,9 ^a	18,2 ^a	13,7 ^c
Vit C (mg /100 g)	266,6 ^a	232,4 ^a	25,1 ^d	13,1 ^d	144,1 ^b	105,5 ^b	65,5 ^c	67,9 ^c
Taux de fibres (%)	0,7 ^c		1,1 ^b		1,1 ^b		1,8 ^a	

Les échantillons avec des indices différents sont différents (au seuil de 5%) pour un même niveau de maturité.

Le niveau de maturité affecte la teneur en eau résiduelle des mangues séchées. Les produits issus des fruits à maturité avancée retiennent plus d'eau que les autres. Hormis la variété locale, les variétés Amélie, Zill et Irwin ont des teneurs en sucres réducteurs et en extraits secs plus élevés dans les lamelles de fruit séchées à maturité avancée. Cette tendance est observée avec les fruits frais. Une baisse de la vitamine C est observée pour les fruits séchés à maturité avancée. Des 4 variétés de mangues utilisées, Zill donne les mangues séchées les plus pauvres en vitamine C et Amélie les plus riches. La baisse de vitamine C peut être liée au brunissement non enzymatique poussé des mangues à maturité avancée. La vitamine C est un substrat de la réaction de Maillard (Cheftel et Cheftel, 1980 ; Rozis, 1995).

Pour simuler les conditions des petits producteurs isolés, un séchage solaire direct des lamelles de mangue a été effectué. Le séchage est mené pendant 27 h de rayonnement solaire (3 à 4 jours en moyenne en juin). Les produits finis ont un rendement au séchage (RSf) compris entre 12,2 % et 15,2 % (Tableau II). Pendant les mois de mai et juin (inter-saison), le produit sèche bien, car en plus des températures élevées (30-43°C), l'air ambiant est relativement sec, d'où un pouvoir déshydratant élevé (l'humidité relative est comprise entre 40 et 68 %). A partir du mois de juillet, avec l'arrivée des pluies, l'air se charge d'humidité, ce qui diminue la vitesse de séchage. Néanmoins, jusqu'au mois d'août, le séchage solaire est encore possible, mais la qualité des produits obtenus n'est plus homogène. Les risques de pertes dues au brunissement des lamelles augmentent. Des trois niveaux de maturité des mangues étudiées, les lamelles séchées à maturité commerciale ont la plus forte teneur en vitamine C. Les mangues séchées à maturité commerciale sont moins acides, plus sucrées et plus riches en vitamine C que les mangues à maturité physiologique. Les mangues séchées à maturité avancée sont exposées au brunissement non enzymatique et sont moins riches en vitamine C. Le séchage solaire direct affecte l'intensité de la couleur de la mangue séchée. Pablo (1979) préconise une réduction de l'exposition solaire par l'utilisation de séchoirs mixtes pour réduire le brunissement des lamelles.

Lorsque le séchage est bien conduit, le produit fini est flexible, ne colle pas aux doigts et est de couleur jaune foncée ou dorée. Dans une proportion faible, des produits brun foncé apparaissent dans les lots secs. Ces produits ne sont pas désirables, car peu attrayants à la vue. Il arrive parfois que le produit brunisse exagérément, et même noircisse. Ceci a été observé avec des mangues à maturité avancée en séchage solaire. Très souvent, les produits étaient exposés pendant moins de 5 heures d'ensoleillement au début des opérations de séchage. La durée de rayonnement au premier jour du séchage est importante pour la qualité finale du produit.

Les profils chimiques des lamelles de mangue séchées au soleil sont présentés dans le tableau IV, pour les variétés Amélie et Irwin récoltées à différents niveaux de maturité.

Tableau IV. Influence de la maturité sur la composition physico-chimique de la mangue séchée au soleil.

	physiologique (MP)		commerciale (MC)		avancée (MA)
	Amélie	Irwin	Amélie	Irwin	Irwin
pH	3,6 ± 0,1	3,9	3,7 ± 0,1	4,0 ± 0,0	4,1 ± 0,0
Acidité	91,5 ± 18,6	51 ± 2,8	79,3 ± 14,3	46,50 ± 2,1	36,2 ± 0,3
Teneur en eau (%)	18,2 ± 5,1	15,1 ± 2,8	23,4 ± 2,2	15,21 ± 1,4	20,1 ± 0,3
Extraits secs solubles (°brix)	77,5 ± 5,0	60,0	79,2 ± 3,8	80,0	90
% Sucres réducteurs	14,7 ± 0,5	16,0	17,0 ± 3,4	19,1 ± 2,4	19,6 ± 1,8
Vit C (mg/100 g de produit)	287,6 ± 51,0	116,2 ± 6,8	162,2 ± 60,6	137,8 ± 14,3	75,7 ± 1,5

Le séchage solaire a donné de la mangue séchée similaire à celles obtenues au séchoir électrique. Cependant, les teneurs en eau restent relativement élevées et donnent des produits finis légèrement plus humides que ceux issus du séchage électrique. Ceci explique aussi les rendements au séchage relativement élevés observés. Les mangues séchées à maturité physiologique donnent des produits plus acides et moins sucrés tandis que celles séchées au stade de maturité commerciale sont les plus riches en vitamine C, avec un pH et une acidité intermédiaire.

Les taux de conservation des constituants de la mangue après séchage sont présentés dans le tableau V. Dans un séchoir électrique, les taux moyens de conservation sont supérieurs à 56 % pour tous les constituants, sauf pour la fibre (16 %). Une forte variabilité existe. Des pertes de vitamine C de l'ordre de 80 % ont été rapportées après séchage de la mangue (Cooke *et al.*, 1976). Les enzymes naturellement présentes dans le fruit restent actives pendant le séchage et continuent à synthétiser des produits d'oxydation ou d'hydrolyse. Des facteurs externes tels que l'exposition à la circulation de l'air, la position des lamelles dans le lot et probablement leur épaisseur, sont de nature à stimuler des réactions enzymatiques. Les lamelles de mangue séchée au soleil présentent un profil chimique semblable à celui des lamelles provenant d'un séchoir électrique. Les lamelles séchées au soleil sont plus pauvres en vitamine C. Cette différence peut être due à une oxydation de la vitamine par le rayonnement solaire.

Tableau V. Taux de conservation de quelques éléments chimiques de la mangue séchée

Constituants chimiques	Séchoir électrique			Séchage solaire direct (variété Amélie)		
	Moyenne	Max.	Min.	Moyenne	Max.	Min.
Acidité	78,3	97,7	47,7	89,5	98,1	84,3
% H ₂ O	4,8	6,8	3,1	4,3	4,8	3,5
ESS	90,6	99,8	81,3	89,0	96,5	78,5
Sucres réducteurs	56,7	75,1	35,4	68,0	76,2	54,7
Vit. C	66,0	97,7	19,9	49,2	71,8	23,5
Fibres	16,2	24,4	1,5			

Discussion

Les résultats obtenus montrent que le séchage peut être utilisé comme une méthode efficace de conservation de la mangue dans le Nord Cameroun. Malgré les différences entre les variétés (forme, poids et couleur), les produits obtenus par séchage sont semblables pour des fruits prélevés au même niveau de maturité. Les rendements au séchage, relativement élevés, sont acceptables. Les teneurs en eau des produits séchés se situant entre 15 et 23 % permettent de classer la mangue séchée comme produit à teneur en eau intermédiaire : Intermediate Moisture Food, IMF (Jayaraman, 1988). Les pH inférieurs à 4,5 leur assurent une grande stabilité micro-biologique à température ambiante. Du point de vue chimique, les mangues séchées obtenues sont semblables à celles obtenues par Uzuegbu et Ukeka (1987) par un séchage conventionnel et un séchage solaire direct. Ces résultats confirment ceux des travaux antérieurs (Campbell et Campbell, 1983) sur les possibilités qu'offre le séchage dans la conservation des fruits tropicaux et particulièrement la mangue. Toutefois des problèmes de qualité existent. Le brunissement pendant le séchage des lamelles de mangue à maturité avancée constitue une perte économique pour le producteur. L'utilisation d'agents protecteurs tels que du glycérol + sucre (Jayaraman, 1988) ou le métabisulphite (Sagar et Khurdiya, 1999) améliorent la couleur des mangues séchées. Mais les produits ainsi obtenus perdent la qualité « bio », très recherchée sur les marchés du Nord.

La durée de séchage de 24 h à 50°C correspond à un cycle de production. Après ce temps de passage, le séchoir peut être libéré pour accueillir les lots futurs. Ce temps de séchage était recommandé par Candelaria et Raymondo (1994) pour un séchoir conventionnel électrique. Une surcharge du four (6 kg de pulpes environ et plus par m²) entraîne l'augmentation de la durée de séchage, avec des risques d'altération du produit.

Le séchage au soleil donne des produits qui se rapprochent du point de vue physico-chimique de ceux obtenus par séchage électrique. Néanmoins, le temps de séchage est plus long. Les produits issus du séchage doivent être bien emballés et conservés à l'abri de l'humidité, de la lumière et des insectes. Il ressort de ce travail que la conservation de la mangue par séchage peut être réalisée aussi bien à l'échelle industrielle qu'artisanale pour les petits producteurs des zones rurales sans énergie électrique.

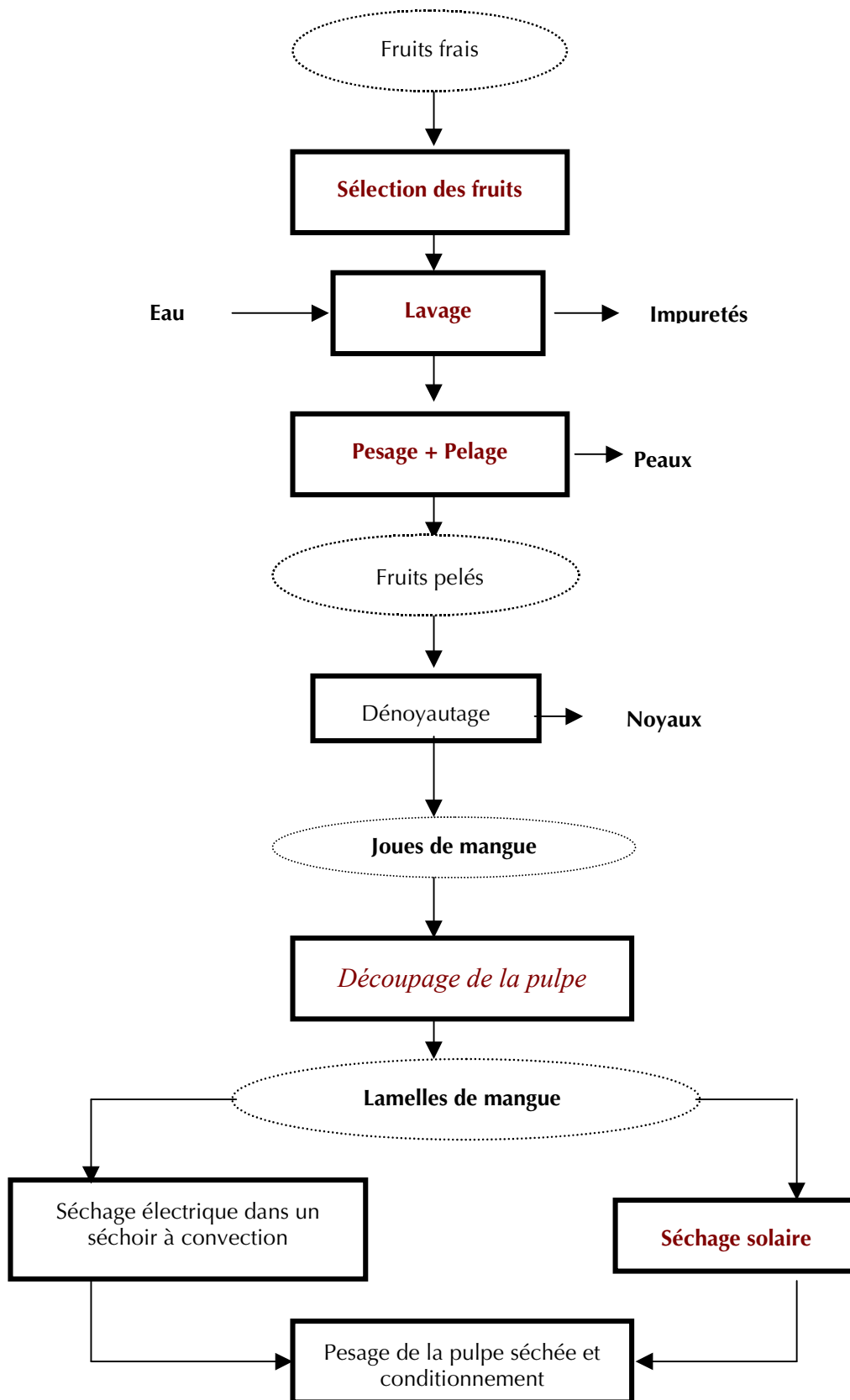


Figure I. Diagramme de production de la mangue séchée

Conclusion

Les variétés de mangue cultivées au Nord-Cameroun qui ont été testées se prêtent toutes bien au séchage. Le séchage solaire direct des mangues est possible et donne des résultats acceptables. Cependant les risques de brunissement sont plus grands, surtout quand les fruits utilisés sont à maturité avancée. Récoltée à maturité physiologique, la mangue séchée est blanchâtre et ne se rapproche pas de la mangue qui est jaune. Son acidité très élevée ne la prédispose pas à une consommation directe. Les mangues destinées au séchage doivent être récoltées à maturité commerciale, pour limiter le brunissement des lamelles.

Le séchage de la mangue donne un produit apparemment sain, dont les caractéristiques de conservation, d'utilisation et de commercialisation doivent être spécifiées.

Bibliographie

ASSOCIATION FRANCAISE DE NORMALISATION. 1982. Recueil des Normes Françaises des produits dérivés des fruits et légumes. Jus de fruits. 1^e édition. AFNOR. Paris, 327 p.

BERGONZINI J. C., DUBY C., 1995. Analyse et planification des expériences. Les dispositifs blocs. Masson, Paris, 60 p.

BESUCHET E., PURY (De) P., 1998. Guide pour la préparation des fruits tropicaux. Fédération Internationale de la Croix Bleue. FICB, Lindenrain, 77 p.

BIMBENE J.J., GUIBLOT A., 1966. Modifications biochimiques et physico-chimiques au cours du séchage. Chim. Ind. Gen. 96 (4) : 925-936.

CAMPBELL B.A., CAMPBELL C.W., 1983. Preservation of tropical fruit by drying. Proceedings of the Florida State Horticultural Society. 96 : 229-231.

CANDELARIA N.M., RAYMONDO L.C., 1994. Comparative drying and reconstitution characteristics of some fruits and vegetables. Philippine Agriculturist. 77 (3), : 321-326.

COOKE R.D., BREAG G.R., FERBER C.E.M., BEST P.R., JONES J., 1976. Studies of mango processing. I. The foam-mat drying of mango (Alfonso cultivars) purée. J. Food Technology; 11 (5) : 463-473.

CHEFTEL J.C., CHEFTEL H., 1980. Introduction à la biochimie et à la technologie des aliments. 3^e édition Vol. 1. Technique et Documentation Lavoisier, Paris, 381p.

DESMORIEUX H., 1992. Le séchage en zone subsaharienne : une analyse technique à partir des réalités géographiques et humaines. Thèse de Doctorat, Génie des Procédés. Institut National Polytechnique de Lorraine. Nancy, France, 234 p.

FRANCOIS M., 1993. Transformation des fruits tropicaux. Collection le point sur les technologies. Ed. GRET, Ministère de la coopération, C.T.A., ACCT. Paris, 222 p.

JAYARAMAN K.S. 1988. Development of intermediate moisture tropical fruit and vegetable products. Technological problems and prospects. In Food preservation by moisture control. Elsevier Applied Science Publisher Ltd. UK, p.175-198.

HULME A.C., 1971. The mango. In The biochemistry of fruits and their products. Vol. 2 Ed Hulme A.C. Academic Press, London, pp. 233-254.

LAROUSSILHE (de) F., 1980. Le manguier. Collection technique agricole et production tropicales. G.P. Maisonneuve et Larose, Paris 5^e.

O'MAHONY, J.S., KAHN M.L., ADAPA S.N., 1986. Fruit infusion using a syrup which has been subjected to enzyme treatment and concentrated. US Patent. US 4626434.

PABLO I.S., 1979. Solar drier for tropical fruits and marine products for rural development. NSDB - Technology Journal. 4 (1) : 26-41.

- ROZIS J. F., 1995. Sécher les produits alimentaires. Techniques, procédés, équipements. Collection le point sur. Editions GRET, CTA., GERES.,FAO. Paris, France, 344 p.
- SAGAR V.R., KHURDIYA D.S., 1996. Effect of ripening stages on the quality of dehydrated ripe mango slices. J. Food Sci. and Technology, India. 33 (6) : 527-529.
- SAGAR V.R., KHURDIYA D.S., 1999. Studies on the dehydration of Dashehari mango slices. Indian Food Packer 53 (1) : 5-9.
- SUMMER J.B., 1924. J. Biol. Chemistry. 62 : 287-290.
- UZUEGBU J.O., UKEKA C., 1987. Osmotic dehydration as a method of food preserving fruits to minimize ascorbic acid loss. Journal of Food and Agriculture. 1 (3) : 187-188.
- TEMPLE L., 2001. Quantification des productions et des échanges de fruits et légumes au Cameroun. Cahiers Agricultures 10 : 87-94.
- TOMOHIRO S., 1990. Laboratory Manual for Food Analysis. In The technical cooperation project of the Jomo Kenyatta University College of Agriculture and Technology, 68 p.