

# ESSAI D'INDUSTRIALISATION DE LA MANGUE (\*)

par **P. DUPAIGNE**

*Institut Français de Recherches Fruitières Outre Mer (I. F. A. C)*

**RÉSUMÉ.** — La mangue se trouve en excédent dans beaucoup de pays d'Afrique ; sa culture peut s'étendre si une industrie de transformation est créée, et le greffage permet d'obtenir des variétés à bons rendements. En Orient, et surtout aux Indes, la mangue est un fruit largement employé pour la transformation industrielle ou artisanale.

Ce travail expérimental rend compte d'essais multiples effectués avec des mangues du Congo, de variétés greffées et de semis, ainsi que des mangos.

Trois procédés de conservation ont été appliqués :

— L'appertisation pour les jus et boissons, tranches au sirop et conserves en boîtes.

— Le sucrage pour les confitures et marmelades, sirops et concentrés.

— La dessiccation pour les poudres, tranches, pulpes séchées.

Enfin on a préparé aussi des produits transformés par fermentation : vin et vinaigre de mangue, alcool comestible et industriel.

On a noté les rendements, selon les produits, les variétés, l'état des fruits. Les procédés de préparation ont été décrits. Les produits ont été conservés et examinés, puis dégustés et analysés. Pour le goût européen, les confitures constitueraient un dessert agréable, de belle apparence et de bonne tenue. Des boissons pourraient également être préparées à partir de pulpe raffinée importée en Europe. Les autres produits sont intéressants par leur valeur nutritive, leur bonne conservation et seraient utilisables comme aliments d'appoint.

La liste des produits préparés en Afrique à partir de la mangue n'est pas longue : à peine peut-on citer quelques fabrications de marmelades ou confitures ; aux États-Unis on prépare couramment une boisson appelée Nectar et qui contient de la pulpe de mangue, diluée dans l'eau sucrée et légèrement acidulée.

Par contre, en Inde, on fabrique avec les mangues des aliments très divers, conservés par toutes sortes de procédés :

Pulpe appertisée ; Tranches appertisées ; Tranches congelées ; Boisson à la pulpe, sucrée et acidifiée ; Confiture de fruits désacidifiés (confiserie) ; Achars (tranches séchées et aromatisées) ; Chutney (tranches sucrées, salées et acidifiées) ; Cuir de mangue (jus desséché en couches successives) ; Flocons, vermicelles de mangue déshydratée.

Les essais effectués ici à la suggestion de plusieurs pays africains, gros producteurs de mangues, avaient pour but, non d'essayer les recettes indiennes avec des mangues africaines, mais de préparer des produits de bonne qualité dans l'optique d'une commercialisation possible en Europe ou en Afrique.

## Matière première.

Les fruits en provenance d'Afrique avaient effectué la traversée, soit par air, soit par mer, dans des plateaux à un seul rang garnis de coussinets de fibre. Leur état était en général bon, mais les fruits étaient tous mûrs, bien que certains soient encore de couleur verte extérieurement ; un lot présentait des noircissements internes, au contact du noyau, et certains fruits ont été écartés en raison de leur bletissement, mais très peu étaient moisissés ou pourris, même après une conservation prolongée à température modérée.

### *Le Noyau.*

Le noyau, composé d'une enveloppe fibreuse et d'une amande assez pauvre en graisse, est d'un volume relatif très variable suivant les variétés (1). De même, son extraction et son nettoyage sont

(\*) Communication présentée au premier Congrès international des Industries agricoles et alimentaires des zones tropicales et subtropicales, Abidjan 13-19 décembre 1964.

(1) MOREUIL, C. — Le manguier au Congo, *Fruits*, 18, p. 295-301 1963.

Il est recommandé de laisser à chaque fruit un morceau de tige pour éviter une blessure de la peau dans la région de la cuvette pédonculaire.

La technique de conditionnement qui a donné les meilleurs résultats est la suivante :

Refroidissement rapide des fruits aussitôt après la récolte par trempage dans une solution d'eau glacée. Après refroidissement et égouttage, les fruits sont conditionnés dans les sachets en polyéthylène représentant l'unité de vente au détail. Les sachets sont placés dans l'emballage adopté (caissettes, cartons, etc.) et conservés en chambre froide à + 2° C jusqu'au chargement dans une chambre froide du navire transporteur.

La température à maintenir est 2° C, il ne semble pas qu'une remontée de quelques degrés ait une grande importance, ce point toutefois demande une confirmation expérimentale.

La durée du transport maritime est de 10 à 15 jours. Ensuite les sachets de litchis doivent rester sous régime du froid pendant le temps nécessaire à la commercialisation, c'est-à-dire une semaine environ. Si la température remonte par suite d'une cause accidentelle, il faut sortir les litchis des emballages pour éviter le développement d'altérations fongiques.

#### BIBLIOGRAPHIE

- |   |  |
|---|--|
| <p>(1) WESTGATE. The litchi in Hawaï, <i>Hawaï Agric. Exp. Bull.</i>, 44, 1917.</p> <p>(2) MUKERJEE. — Entreposage des litchis, <i>Sc. and cult.</i>, vol. 23, p. 101-103, 1957.</p> <p>(3) CAMPBELL. — Comportement des litchis, <i>Proc. Fla. St. Hort. Sc.</i>, vol. 72, p. 356-360, 1959.</p> | <p>(4) AKAMINE. — Procédé pour empêcher les litchis de brunir, <i>Hawaï Agric. Exp. Stat. Techn., Proj. Rep.</i>, 127, p. 18, déc. 1960.</p> <p>(5) CHOUDHURY et BANERJEE. — Modifications physiologiques du litchi pendant l'entreposage, <i>Indian Journ. Plant Phys.</i>, vol. 2, p. 141-144, 1959.</p> |
|---|--|



## LES INTOXICATIONS EN MILIEU RURAL

par le Docteur Guy VALLET

*Assistant à la Faculté de Médecine,  
Chef du Service de Toxicologie I. N. M. A.,  
Vice-président de l'Association européenne des Centres antipoisons.*

Préface de MM. les Professeurs GAUTHIER (Paris), ROCHE (Lyon) et VACHER (Tours).

Format 23 × 28, 612 pages, à révision périodique.

#### RÉSUMÉ DE LA TABLE DES MATIÈRES

- Aperçu de la lutte contre les parasites des cultures et des élevages.
- Les produits chimiques, engrais et pesticides utilisés en agriculture.
- Expérimentation. Étude des résistances et mesures de sensibilité des parasites et des plantes aux toxiques.
- Réparation des intoxications en matière légale. Etc.

Ce livre est en vente **EXCLUSIVEMENT** à l'**Institut National de Médecine Agricole, Faculté de Médecine, Tours (I.-et-L.)**, au prix de :

— avec reliure : **55 F** — avec classeur : **101,65 F**, franco de port et d'emballage.

plus ou moins difficiles, selon l'importance des prolongements fibreux. Sa valeur alimentaire, comme provende pour le bétail, est faible ; on peut le broyer facilement lorsqu'il est sec, et l'amande donne une poudre un peu plus nutritive ; voici l'analyse d'une telle poudre préparée à partir de noyaux du Sénégal :

Humidité .....	23 %
Sucres totaux .....	6 %
Amidon. ....	3 %
Matières grasses .....	15 %
Protéines. ....	11 %
Matières minérales.....	1,3 %

La coque fibreuse et surtout cellulosique (40 %) et lignifiée ; elle peut servir de combustible pour chaudière ; cependant comme la pulpe adhère fortement au noyau, la coque en entraîne plus ou moins et peut contenir 10 % ou plus de sucre et par conséquent servir de provende, à condition d'être déchiquetée ou broyée à la machine. De même la peau, qui ne présente pas d'avantages particuliers tels qu'on puisse se permettre de la conserver avec la pulpe, malgré son odeur parfois plus prononcée, entraîne à l'épluchage une certaine portion de la pulpe et, à ce titre, peut être considérée comme un aliment pour le bétail ; le problème est d'en empêcher la putréfaction (problème qui n'est pas particulier à la mangue et que l'on retrouve pour les écorces d'agrumes ou d'ananas, les déchets de tomate, le marc de pomme).

#### La Pulpe.

Le reste du fruit est constitué par une pulpe très homogène, de consistance crémeuse, de couleur variant du blanc verdâtre au jaune orange et renfermant, seulement dans les variétés non améliorées, quelques fibres résistantes.

#### Rendements.

Les rendements observés ont été variables, non seulement en raison de l'importance ou de l'adhérence du noyau, mais parce que les fruits souvent trop mûrs présentaient des parties blettes qui étaient rejetées (voir tableau).

TABLEAU

Variété	État	Rendements %			Utilisation jus ou confitures N°
		Peaux, Déchets	Noyaux	Pulpe	
Alphonse.....	Avancées	28	19	53	1
Alphonse.....	Tachées	50	17	33	3
Kent .....	Belles	9,5	7,5	83	5
Alphonse.....	Tachées	21	17,5	61,5	M 1
Alphonse.....	Belles	16	22	62	M 2
Kent .....	Un peu vieilles	21	13	66	Tranches séchées 20 % de la pulpe
Kent .....	Belles	15	10	75	7
Kent .....	Belles	15	10	75	9
Kent .....	Belles	29	13	67	9
Badami .....	Vertes	16	15	69	M 3
Lamy n° 2 .....	Vertes, molles	27	19	54	M 4
Peter Pasand.....	Molles	23	15	62	M 5
Taymour .....	Molles	20	10	70	M 5
Hindi Bisinara Cambodiana.....	Abîmées	—	—	40	M 6
Améliorée du Ca- meroun .....	Molles	30	23	47	jus clair
Semis et mangos..	Abîmées	—	—	57	M 7

En conclusion le meilleur rendement a été donné par la variété Kent avec 83 % ; lorsque ce fruit est sain, il s'épluche facilement et le noyau, plat et sans chevelu abondant, se débarrasse aisément de la pulpe.

Pour les autres variétés, lorsque ce fruit est en bon état, le rendement en pulpe est plus faible : 55 à 70 % ; cependant on peut noter que c'est un pourcentage excellent, comparativement aux fruits usuels d'industrie (ananas, agrumes, abricot etc.).

### Produits obtenus.

#### 1. *Boissons.*

Nous avons préparé du jus brut et des boissons diluées.

Le jus brut, provenant de l'écrasement de la pulpe, est en réalité une pulpe homogénéisée, car les morceaux ont une texture tellement fine qu'ils n'abandonnent guère que quelques fibres, et le résultat est une crème homogène agréable à déguster mais impossible à boire. Des essais de clarification partielle, par filtration ou action enzymatique, ont échoué. La centrifugation rapide ne donne en 15 ou 30 minutes, qu'une séparation incomplète de 10 à 20 % de liquide surnageant ; le chauffage à ébullition ne précipite rien et la filtration après chauffage n'est pas plus rapide ; de même la congélation n'a pas détruit la structure de la suspension.

L'addition d'eau permet d'avoir une boisson de belle apparence, la décantation de la pulpe étant très lente. De plus il est nécessaire, pour obtenir une boisson agréable, de sucrer et d'acidifier. En effet l'extrait sec de la pulpe se tient aux environs de 15 % et son acidité est faible (35 mé/kg), de sorte que l'addition de 3 volumes d'eau donnerait une boisson insipide, il faut amener la teneur en sucre entre 100 et 150 g/l et l'acidité aux alentours de 100 mé/l dans la boisson terminée. Le plus simple est de préparer la solution à l'avance par addition de saccharose et d'acide citrique, en proportions convenables.

On obtient ainsi ce que les Américains appellent un nectar. Pour la France le produit entrerait dans la catégorie des boissons non définies, à cause de l'addition d'acide qui n'est pas autorisée dans les nectars ; mais la réglementation pourrait être modifiée car elle n'a pas prévu le cas de la mangue.

La proportion de pulpe à incorporer est variable : 50 % donne un liquide encore très épais, donc difficile à boire, mais bien parfumé ; 25 % semble encore très acceptable.

Nous avons aussi préparé de la même façon des boissons gazeuses, l'eau étant cette fois saturée de CO<sub>2</sub>. Les premiers essais ont échoué, la saturation étant trop forte et les flacons ayant éclaté lors de la pasteurisation ; par la suite nous avons saturé à 2 kg seulement, ce qui a donné une boisson pétillante agréable.

La pasteurisation de jus, pulpe et boisson est bien entendu nécessaire, même dans le cas de boissons gazeuses diluées ; elle ne pose pas de problèmes et ne dénature pas la saveur. On constate seulement, en chauffant une pulpe de mangue (ou en cuisant des confitures) que l'arôme qui se dégage devient peu agréable et rappelle celui du potiron cuit.

#### 2. *Pulpe congelée.*

La pulpe semble un bon produit, conservant sa couleur (sauf en surface si celle-ci n'est pas protégée) et sa saveur de fruit frais. Il n'y a pas congélation partielle ni séparation de sirop et la décongélation donne une pulpe inchangée ; il serait par conséquent facile de congeler ce fruit en continu et d'en remplir des boîtes ou sachets comme on le fait avec le concentré d'oranges américain.

SALER a montré en Égypte que l'acide ascorbique peut protéger efficacement les mangues congelées contre le brunissement.

Bien que son arôme soit moins fin que celui de la pulpe congelée, la pulpe broyée et appertisée pourrait aussi constituer une matière première facile à préparer et destinée à l'exportation.

#### 3. *Conserves.*

Les tranches au sirop, conservées par appertisation, sont des produits commerciaux et leur préparation a été décrite.

Nous n'en avons pas fabriqué, les fruits étant trop mûrs pour donner des tranches de consistance assez ferme pour garder leur aspect après cuisson.

#### 4. *Confitures.*

Par contre nous avons préparés, suivant les procédés usuels, c'est-à-dire en bassines chauffées à l'air libre, des confitures et marmelades. Leur aspect est différent suivant l'état et la texture des tranches utilisées.

L'évaporation était facile et rapide, c'est-à-dire que le mélange fruit + sucre ne mousse pas et que les morceaux n'ont pas tendance à coller et à brûler.

La proportion de sucre était variable suivant les lots mais on est toujours arrivé au même extrait sec final, voisin de 69 %, en évaporant plus ou moins d'eau.

Bien entendu les confitures cuites moins longtemps avaient un parfum plus caractéristique, et les morceaux avaient une meilleure tenue.

Le sirop est presque limpide si les morceaux sont assez gros, et il gélifie bien au refroidissement.

Le seul inconvénient de ces mangues était leur manque d'acidité ; les premières confitures avaient une acidité inférieure à 50 mé/kg, aussi avons-nous acidifié les suivantes, à l'acide citrique cristallisé ; le meilleur taux d'acidité est de 100 à 120 mé/kg. On pourrait évidemment remplacer l'acide citrique par une petite quantité de fruits acides : citron, grenadille par exemple.

Les échantillons suivants, en boîtes individuelles de fer-blanc nu, ont été préparés :

M 1 Variété 'Alphonse', très mûres, non acidifiées ;

M 2 Variété 'Alphonse', très mûres, acidifiées ;

M 3 Variété 'Badami', vertes mais mûres ;

M 4 Variété 'Lamy n° 2', assez aromatiques ;

M 5 Mélange 'Peter' et 'Taymour' ;

M 6 Mélange 'Hindi' et 'Cambodiana' ;

M 7 Mangues de semis et mangos.

Contrairement à ce que l'on pouvait penser, les variétés étant d'aspect et d'état très différents, les confitures obtenues ont été jugées très semblables, avec un goût et un parfum caractéristiques ; cependant ce parfum reste assez faible. Avec le dernier lot, comportant des fruits plus aromatiques, le goût est resté agréable (1).

Les essais de récupération d'arôme volatil à partir de déchets et peaux broyées ont été décevants ; les variétés améliorées sont peu aromatiques, et on pourrait avoir plus de produits volatils à partir des variétés de semis ou de mangos.

##### 5. Concentrés.

Il est difficile de concentrer la pulpe broyée sous vide, en raison de son épaisseur ; le concentrateur Centritherm que nous attendons permettra peut-être de résoudre ce problème. Par contre le jus clarifié (avec bien du mal, par centrifugations successives) s'est concentré aisément, en gardant sa saveur caractéristique et sa belle couleur dorée ; nous en avons préparé une petite quantité, emballée en flacons plastiques et en sachets de Rilsan soudés.

##### 6. Produits desséchés.

Les tranches de mangue peuvent être séchées par les procédés usuels. Nous avons réduit des morceaux volumineux à 20 % de leur poids dans un séchoir à bananes, réglé à 80° ; le résultat est très variable suivant l'épaisseur ; les bords minces sont devenus durs alors que les tranches épaisses ont gardé leur souplesse. La dessiccation des morceaux de plusieurs centimètres d'épaisseur était d'ailleurs très longue.

Les morceaux ainsi partiellement déshydratés avaient très belle apparence, mais une saveur peu agréable rappelant celle du potiron. Ils ont été conditionnés sous vide en sachets de Rilsan et se conservent parfaitement.

La pulpe broyée, étalée en couche mince, se dessèche évidemment d'une manière plus homogène. Nous avons ainsi préparé à l'étude des feuilles semi-rigides, ayant pris la couleur des croûtes de pain et dont la saveur cette fois, semble améliorée par l'oxydation ; on pourrait d'ailleurs acidifier la pâte et l'aromatiser avant le séchage, comme le font les Indiens. Ces feuilles ont été découpées aux ciseaux et emballées en sachets de Rilsan.

Bien qu'elles aient l'apparence du cuir, ces feuilles se réhydratent très facilement ; il suffit de les laisser à l'air humide ou de les réhumecter pour obtenir rapidement un produit de mastication aisée.

Enfin des tranches et déchets divers ont été desséchés par lyophilisation, procédé efficace pour assurer leur conservation mais trop onéreux pour entrer dans la pratique industrielle.

(1) Une confiture de mangues fabriquée par un industriel du Sénégal avait été jugée peu agréable pour les consommateurs européens non habitués à cette saveur caractéristique ; sans doute comportait elle trop de mangos.

## 7. Produits fermentés.

1° *Vin de mangue.* — Nous avons ensemencé, avec des levures sélectionnées, une purée épaisse obtenue avec de la pulpe récupérée sur les noyaux et des débris provenant des fruits trop mûrs. La fermentation, à l'abri de l'air, a été longue ; au début la pulpe montait en surface sur un liquide limpide, formant un chapeau qui avait tendance à brunir ; puis après départ du gaz carbonique cette pulpe est peu à peu retombée au fond des bonbonnes ; le liquide surnageant était parfaitement limpide, de couleur jaune clair comme un vin blanc ; sa densité était 1 003 et son acidité 90 mé/l ; il titrait 8° d'alcool et son goût était assez neutre, ne rappelant plus la mangue.

Dans cette production il faut souligner que le volume des pulpes est très important, par rapport à celui du liquide décanté ; si l'on désire un bon rendement il faut donc prévoir l'extraction du vin de cette pulpe par filtration sur toile.

2° *Alcool de mangue.* — Une autre solution consiste à centrifuger rapidement pour obtenir un liquide trouble, mais débarrassé de la majorité des matières lourdes en suspension, et à distiller ce liquide. Nous avons distillé à la fois du vin et des bourbes et obtenu de l'alcool brut à 80°, puis de l'alcool rectifié à 93°. Ni l'un ni l'autre ne possédait d'arôme particulièrement fruité ; ils rappelaient l'alcool industriel de marc de raisin ou de pomme. Une bonne rectification donnerait directement de l'alcool neutre.

## Conclusion.

Bien que la qualité des produits obtenus au cours de divers essais de préparation décrits dans cette note ait été assez variable, on peut cependant retenir que si l'on dispose d'une matière première saine et de maturité convenable, il est possible de préparer avec un bon rendement des boissons agréables, des confitures de belle apparence et de goût adapté aux consommateurs africains ou européens, et des pulpes séchées dont l'intérêt réside surtout dans la forte valeur calorifique pour un poids réduit et un transport facile. Les produits alcoolisés, qui sont un pis-aller dans la récupération des produits agricoles sucrés, ne présentent pas de difficultés particulières d'obtention.

## BIBLIOGRAPHIE

- ANON. — Mango cereal products, *Food Sci.*, mai 1958, **7**, 5, 120.  
 ANON. — Mango squash, *Food Sci.*, nov. 1959, **8**, 11, 406.  
 ANON. — Mango Number, *Punjab Fruits J.*, juillet 1960, **23**, n° 82-83, 264 p.  
 ANON. — Present and future of mango processing, *Hawai Farm Sci.*, oct. 1960, **9**, 2, 3.  
 ANON. — Firming of mango slices, *Centre Food Techn. Res. Inst. Ann. Rep.*, 1961, **2**, p. 70-74.  
 ANON. — Mango Wastes, *Food Sci.*, déc. 1962, **11**, 22, 383  
 ANAND, J. C. et JOHAR, D. S. — Commercial preservation of mango slices, *Food Sci.*, 1958, 150.  
 JOHAR, D. S., ANAND, J. C. et SOUMITHRI, T. S. — *Chemical food preservatives in mango squash.*  
 BHATIA, B. S. — Dehydration of fruit and vegetables, *Food Sci.*, juillet 1959, **8**, 7, 225.  
 BHATIA, B. S. ; KAPUR, N. S. ; SIDDAPPA, G. S. — Non enzymatic browning of some fruit juices and pulp, *Food Sci.*, oct. 1959, **8** 10, 347.  
 BOSE, A. N. et DAS, K. — Preservation by canning, *J. Sci. Res.*, 1958, **17**, 5, 203.  
 GUPTA, A. P. — Mango products, *Indian Food Packer*, avril 1960, **4**, 4, 16.  
 JAIN, N. L. ; LAL, G. et KRISHNAMURTHY, V. — Mango cereal flakes, *Indian J. Hort.*, sept. 1957, **14**, 3, 172.  
 JUNGALWALA, F. B. et CAMA, H. R. — Carotenoids in mango, *Indian J. Chem.*, janv. 1963, **1**, 1, p. 36-40.  
 LAL, G. ; TANDON, G. L. et PRUTHI, J. B. — Processing of canned mangoes and mango squash, *Indian Food Packer*, oct. 1952, **6**, 10, 30.  
 LAL, G. ; DAS, D. P. et JAIN, N. L. — Preparation of mango cereal products, *Indian J. Agric.*, sept. 1956, **26**, 3, 329.  
 LYNCH et al. — *Handbook of Hawai food processors*, Univ. Hawai Agr. Exp. Sta., juin 1959, circ. 55.  
 MARSAIS. — Les mangues, *Rev. Conf. Choc. Conf. Bisc.*, aug. 1952, 23.  
 MATHUR, P. B. et al. : Frozen storage of fruit products, *Food Sci.*, oct. 1959, **7**, 10, 281.  
 MATHUR, P. B. — Irradiation des fruits et légumes aux Indes, *Irrad. Alim.*, juin 1962 **3**, 1, 10.  
 MILLER, C. D. et al. — *Vitamin values of used in Hawai*, Uni. Hawai Agr. Exp. Sta., mai 1956, Bull. 30.  
 ORR, K. J. et MILLER, C. D. — *Description of some Varieties grown in Hawai*, Univ. Hawai Agr. Exp. Sta., mai 1956, Tech. Bull. 26.  
 PRUTHI, J. S. et LAI, G. — Effect of processing operations on nutritive value of canned mangoes, *Centr. Food Techn. Res. Inst. Ann. Rep.*, 1956, p. 243-246.  
 SALER, M. et SANCHEJ F. et al. — *Processing of mango nectars*, Univ. Puerto Rico Agr. Exp. Sta., jan. 1949, Publ. n° 14.  
 SHERMAN et al. — *Commercial mango canning*, Univ. Hawai Agr. Exp. Sta., juin 1958, circ. n° 54.  
 SIDDAPPA, G. S. et BHATIA, B. S. — Composition of mangoes and retention of ascorbic acid in canned products, *Bull. Centr. Food Techn. Res. Inst.*, 1956, **5**, 236.  
 SIDDAPPA, G. S. et SASTRY, M. V. — Studies on Indian preserves, *Food Sci.*, nov. 1959, **8**, 11, 398.  
 SINGH, L. et LAI G. — Preparation of mango squash, *Indian Farming*, fév. 1943, **4**, 2, 81.  
 SINGH, L. — *The mango : Botany, cultivation and utilization*, Leonard Hill, London, 1960, 439 p.  
 SRIVASTANA, H. C. — Freezing preservation of mangoes, *Food Sci.*, fév. 1957, **6**, 2, 33.  
 SUBRAMANYAN, H. et al. — Effect of fungicidal wax coating on the storage behaviour of mangoes, *Food Sci.*, 1962, **11**, 236.