Principales caractéristiques et voies de valorisation du tamarin

Cécile Grollier[a]
Caroline Debien[a]
Manuel Dornier[a, b*]
Max Reynes[b]

[a] École nationale supérieure des Industries alimentaires, section Régions chaudes, BP 5098, 34033 Montpellier cedex 01, France

[b] Centre international de recherche agronomique pour le développement, département Flhor, BP 5035, 34032 Montpellier cedex 01, France

** Correspondance et tirés à part*

Reçu le 5 février 1998
Accepté le 15 mars 1998

Fruits, 1998, vol. 53, p. 271–280
© Elsevier, Paris

Resumen Español, p. 280

Prominent characteristics and possible uses of the tamarind.

Abstract — Introduction. In the intertropic zone, the tamarind is commonly consumed in various dishes or traditional drinks but has only recently seen commercial development. **The tamarind tree**. Indigenous to East Africa, *Tamarindus indica* is the only species of the genus. The tamarind tree bears pods containing about ten brown seeds surrounded by an abundant acid pulp, and can produce up to 15 $t \cdot ha^{-1}$ pods a year. **The tamarind**. The fruit or pod contains about 30% pulp, 40% seeds, and 30% hull. When the fruit is ripe, its pulp is rust-colored and its water content is about 38%. It is rich in pectins and reducing sugars, and contains significant amounts of organic acids, 98% of which is tartaric acid. The main flavor compound of the pulp is the 2-acetylfuran. The tamarind, non-climacteric, must be harvested when it is perfectly ripe. The pulp of the shelled legume is either sun-dried or mixed with sugar, and then stored for several months with no notable alteration in the fruit quality. **Primary uses**. Almost every part of the tree is used, especially for food preparation or for its medicinal properties. However, the legume is the part of the plant most commonly used in the making of juices, sweet drinks, condiments, confections, etc. **Tamarind processing**. Traditional processing of the tamarind for food preparation (dishes, drinks) is widespread, whereas its commercial uses (i.e., pasteurized juices, tamarind paste, laernel powder) are still relatively unknown and undeveloped. **Conclusion**. The unique characteristics of the tamarind products obtained commercially seem interesting enough to be developed, particularly in the making of refreshing non-alcoholic drinks. (© Elsevier, Paris)

***Tamarindus indica* / traditional uses / fruit juices / fruit products**

Principales caractéristiques et voies de valorisation du tamarin.

Résumé — Introduction. Le tamarin est couramment utilisé en zone intertropicale pour la préparation de nombreux plats ou boissons traditionnelles, mais ses utilisations industrielles sont récentes. **Le tamarinier**. Originaire de l'Afrique de l'Est, *Tamarindus indica* est la seule espèce du genre. Les fruits de cet arbre sont des gousses contenant jusqu'à une dizaine de graines brunes, enveloppées dans une abondante pulpe acide. Le tamarinier peut produire jusqu'à 15 $t \cdot ha^{-1} \cdot an^{-1}$ de gousses. **Le tamarin**. Le tamarin contient, environ, 30 % de pulpe, 40 % de graines et 30 % de cosse. Dans le fruit mûr, la pulpe est de couleur brun rougeâtre. Sa teneur en eau avoisine 38 %. Elle est riche en pectines et en sucres réducteurs et renferme d'importantes quantités d'acides organiques constitués à 98 % d'acide tartrique. Le principal composé responsable de l'arôme de la pulpe est le 2-acétyl-furanne. Le tamarin, non climactérique, doit être impérativement cueilli lorsqu'il est parfaitement mûr. Après écossage, la pulpe peut être soit séchée au soleil, soit additionnée de sucre et être ensuite stockée plusieurs mois sans altération notable de sa qualité. **Principales utilisations**. Pratiquement toutes les parties de l'arbre sont valorisées notamment dans des préparations alimentaires ou pour leurs propriétés médicinales. Cependant, le fruit est la partie du végétal la plus largement exploitée (jus, boisson sucrée, condiment, confiserie, etc.). **Procédés de transformation**. La transformation traditionnelle du tamarin pour la préparation de plats et de boissons est très répandue mais les utilisations industrielles sont relativement méconnues et peu développées. Elles concernent surtout la fabrication de jus pasteurisé, de concentré de tamarin et de poudre d'amande. **Conclusion**. Les caractéristiques particulières des produits obtenus à partir du tamarin semblent intéressantes à exploiter, notamment pour la fabrication de boissons rafraîchissantes non alcoolisées. (© Elsevier, Paris)

***Tamarindus indica* / utilisation traditionnelle / jus de fruits / produit à base de fruit**

1. introduction

Le tamarin – dont le nom vient de « Tamar Hindi » ou « datte d'Inde » à cause, principalement, de l'aspect de sa pulpe séchée – est couramment utilisé en zone intertropicale pour la préparation de nombreux plats ou boissons traditionnels. Néanmoins, ce n'est qu'à la fin de la Seconde Guerre Mondiale que les premières utilisations industrielles du tamarin se sont développées.

Une première partie de la revue bibliographique effectuée permet de proposer une présentation de l'arbre, puis, afin de mieux appréhender la diversité des utilisations de cette plante, nous avons répertorié les exploitations faites du fruit et inventorié les formes sous lesquelles il est consommé. Des diagrammes de fabrication de certains produits tirés de la plante ont été alors précisés.

2. le tamarinier

Vraisemblablement originaire de l'Afrique de l'Est, *Tamarindus indica* appartient à la famille des Caesalpiniaceae (légumineuses). C'est la seule espèce du genre [1], dont il existe néanmoins plusieurs variétés par continent. Cet arbre au feuillage épais et persistant peut atteindre 30 m de hauteur ; ses fleurs sont disposées en grappe ; ses fruits sont des gousses indéhiscentes de 5 à 12 cm de long et 1 à 2 cm de large, plus ou moins bosselées et légèrement arquées, qui contiennent de 1 à 10 graines brunes, luisantes, enveloppées dans une abondante pulpe acide [2].

Le tamarinier se reproduit spontanément à l'état sauvage. Dans ses zones de production, il est connu sous de nombreux noms vernaculaires (*tableau I*). Il est cultivé en Inde, en Thaïlande, en

Tableau I.
Noms vernaculaires attribués au tamarinier selon le pays de production et les dialectes qui y sont parlés [2, 5].

Pays	Langue	Nom vernaculaire
Philippines		Sampalok
Inde	Hindi	Imli
	Kanarese	Hunase
	Marathi	Chinch
	Tamil	Puli
	Telegu	Chinta
	Coorg	Pulinje
Niger, Nigeria	Hausa	Tsamyia, Tsamia
Mali	Bambara	Ntomi, Tombi, Tumi
Niger, Mali	Djerma	Bossc, Bossagna, Bossaie
	Tamachek	Bassasu, Basoro, Tchimia
Niger, Burkina Faso	Gourmantché	Bupugubu
Burkina Faso	Moré	Pusuga, Bupuguba, Puaga Pusga, Purga
Niger, Burkina Faso, Sénégal	Poular	Dabé, Diami, Njabbi Yammere, Ngatabbi, Dam, Djammi
Sénégal	Serer	Sob
	Wolof	Dakkar

Indonésie, aux Antilles et au Brésil, principalement à partir de semences. Dans ces conditions, 10 à 12 années sont nécessaires avant d'obtenir une première récolte. Différents modes de greffage et de bouturage sont néanmoins pratiqués. La multiplication végétative à partir d'arbres sélectionnés donne des sujets moins grands mais plus productifs. Les fruits sont alors de meilleure qualité, plus gros et plus faciles à cueillir [2].

Le rendement de la récolte peut atteindre 150–200 kg de gousses de tamarin par arbre et par an, ce qui représente environ une production globale de 15 t·ha^{-1} [3, 4].

3. le tamarin

Le poids moyen d'un fruit varie entre 10 et 15 g répartis en, environ, 30 % de pulpe, 40 % de graines et 30 % de cosse [6].

Quand le fruit est mûr, la pulpe de tamarin est de couleur brun rougeâtre. Sa teneur en eau, très faible pour un fruit, avoisine 38 %. En conséquence, le tamarin possède les teneurs les plus élevées de tous les fruits en protéines, glucides et éléments minéraux (*tableau II* et *III*). Par ailleurs, sa teneur en acide ascorbique est non négligeable (*tableau IV*). Riche en pectines et en sucres réducteurs qui représentent 20 à 40 % de la matière sèche, la pulpe renferme d'importantes quantités d'acides organiques (12 à 30 % de la matière sèche) qui sont constitués à 98 % d'acide tartrique. Cet acide, inhabituel dans les tissus végétaux, s'y trouve sous forme libre ou sous forme de bitartrates de calcium et de potassium [8]. Contrairement aux autres fruits, l'acidité ne diminue pas avec la maturation. Le principal composé responsable de l'arôme de la pulpe est le 2-acétyl-furanne. Il est néanmoins associé à de nombreux autres composés volatiles (*tableau V*).

Tableau II.
Principaux composés de la matière sèche (ms) de la pulpe de tamarin [1,3,7].

Valeur	Teneur en ms (g·100 g^{-1} de pulpe)	Teneur (g·100 g^{-1} ms)						
		Glucides	Protéines	Lipides	Acide tartrique[1]	Cellulose	Pectine	Éléments minéraux
Moyenne	62,0	81,0	6,3	1,4	21,2	5,6	2,8	3,5
Minimale	19,3	41,2	3,4	0,2	12,0	1,9	2,0	2,6
Maximale	81,8	90,7	13,6	3,6	30,5	7,4	3,5	4,2

[1] le taux d'acide tartrique permet d'évaluer l'acidité titrable de la matière sèche.

Tableau III.
Principaux éléments minéraux contenus dans la matière sèche (ms) de la pulpe de tamarin [1,3,7].

Valeur	Teneur (mg·100 g^{-1} ms)										
	Ca	P	Fe	K	Na	S	Mg	Mn	Cu	Ni	Zn
Moyenne	179,9	155,0	3,1	597,8	75,3	36,0	78,0	9,6	21,8	0,5	1,1
Minimale	28,0	91,0	0,6	62,0	74,0	–	72,0	–	–	–	–
Maximale	518,1	288,0	8,5	1 133,5	76,7	–	84,0	–	–	–	–

Tableau IV.
Principales vitamines contenues dans la matière sèche (ms) de la pulpe de tamarin [1,3,7].

Valeur	Teneur (mg.100 g^{-1} ms)		
	Acide ascorbique (C)	Thiamine (B1)	Riboflavine (B2)
Moyenne	18,0	0,6	0,2
Minimale	2,9	0,2	0,2
Maximale	41,5	1,2	0,3

Tableau V.
Principaux composés responsables de l'arôme de la pulpe de tamarin [3].

Note caractéristique	Composé d'arôme
Balsamique	2-acétyl-furanne, furfural, 5-méthylfurfural
Grillé	5-pyrazines, 2-alkylthiazoles
Agrume	Limonène, terpinène-4-ol, néral, α-terpinéol, géranial, géraniol
Épicé	Salicylate de méthyle, safrol, ionones, cinnamaldéhyde, cinnamate d'éthyle

Tableau VI.
Teneur en matière sèche (ms) de la graine de tamarin, et ses principaux composés [7, 9, 10].

Valeur	Matière sèche (g·100 g^{-1} de graine)	Teneur (g·100 g^{-1} ms)			
		Protéine	Lipide	Fibre	Éléments minéraux
Moyenne	90,5	18,4	6,7	7,4	2,4
Minimale	89,9	13,1	4,5	6,7	2,0
Maximale	91,0	26,9	10,9	8,0	3,2

La graine est une source potentielle de protéines (*tableau VI*). Grâce à sa richesse en acides aminés soufrés (*tableau VII*), elle peut être utilisée en complément d'un régime protéique à base de céréales. Néanmoins, sa médiocre digestibilité rend difficile sa valorisation par utilisation dans l'alimentation humaine [11]. Cette graine contient également des lipides – 4 à 11 % de la matière sèche – et 65 à 70 % de polyosides comme le tikernose ou la pectine amyloïde du tamarin [7, 10], ainsi que de nombreux éléments minéraux, dont principalement du potassium et du calcium (*tableaux VI* et *VIII*).

La pulpe et la graine présentent une activité inhibitrice de la trypsine, qui est toutefois inhibée par la chaleur [7].

N'étant pas climactérique – pas de maturation du fruit possible pendant le stockage –, le tamarin doit être impérativement cueilli lorsqu'il est parfaitement mûr. Après écossage, deux méthodes simples de conservation peuvent être utilisées : un séchage au soleil [2] ou une addition de sucre [12, 13]. Dans ces conditions, les tamarins écossés peuvent être stockés plusieurs mois sans altération notable de leur qualité. En raison de la forte acidité du produit, le conditionnement de la pulpe dans des boîtes de fer blanc n'est pas approprié [1].

Cependant, la pulpe, initialement brun foncé, évolue en général au cours du stockage. Elle devient plus collante et noircit. Le changement de texture est probablement dû à la forte hygroscopicité de la pulpe très riche en sucres et sans doute aussi à l'action d'enzymes pectinolytiques. Le changement de couleur est essentiellement le résultat d'un brunissement non enzymatique. Si des graines sont encore présentes dans la pulpe après écossage, de graves infestations d'insectes sont à redouter [11].

4. principales utilisations

Le fruit est la partie du végétal la plus largement exploitée (*tableau IX*). En effet, le tamarin peut être valorisé pour de nombreuses applications alimentaires (*figure 1*).

En Afrique, continent dont est originaire la plante, le tamarin est consommé traditionnellement sous forme de boisson sucrée – « eau de tamarin » – ou de pâte utilisée comme condiment dans diverses préparations culinaires. Au Sénégal, Mali et Burkina Faso, quelques sociétés commercialisent des jus de tamarins pasteurisés titrant à 10 °Brix et des boissons de 20 à 24 °Brix. Ce n'est cependant pas sur

Tableau VII.
Teneur en acides aminés de la graine de tamarin [7, 9, 10].

Valeur	Teneur ($mg \cdot g^{-1}$ d'azote)														
	ASP	GLU	SER	GLY	HIS	ARG	PRO	ALA	CYS et MET	THR	TYR et PHE	VAL	ISO	LEU	LYS
Moyenne	935	1 449	445	585	249	617	537	371	435	282	523	409	356	623	528
Minimale	739	1 057	299	289	167	574	530	312	220	244	520	377	262	496	406
Maximale	1 130	1 840	590	880	330	660	544	430	650	320	525	440	450	750	650

Tableau VIII.
Teneur en éléments minéraux de la matière sèche (ms) de la graine de tamarin [7, 9, 10].

Valeur	Teneur ($mg \cdot 100 \cdot g^{-1}$ ms)								
	Ca	P	Mg	K	Na	Cu	Fe	Zn	Mn
Moyenne	265,4	77,9	67,9	441,4	24,0	10,3	6,5	2,9	0,9
Minimale	0,2	0,2	17,5	272,8	19,2	1,6	–	2,8	–
Maximale	786,9	165,0	118,3	610,0	28,8	19,0	–	3,0	–

Tableau IX.
Principales utilisations du tamarinier [1–3, 9, 11, 14–20].

Type d'utilisation	Partie de la plante utilisée				
	Pulpe	Graine	Feuille	Fleurs	Tronc et écorce
Alimentaire	Boissons, sirops, sorbets, fruits confits, compote, confiture, condiment, aromatisant, confiserie	Supplémentation (richesse en MET et CYS), grillage, épaississant, émulsifiant	Salades, soupes, condiments	Assaisonnement	—
Médicinale*	Laxatif, antipyrétique, taenifuge, anti-scorbutique, anti-gastralgique	Antidiarrhéique, anti-rhumatismal	Diurétique, antiseptique, antihelminthique, laxatif, antipyrétique, astringent	Vasodilatateur	Diurétique, traitement des affections du foie, purgatif, anti-asthmatique
Autres	Production d'acide tartrique et de pectines, nettoyage des métaux	Alimentation animale, apprêtage des fils textiles, liant dans la fabrication de briquettes combustibles, base cosmétique, teinturerie et tannage des cuirs	Fourrage, colorant textile, vannerie	Colorant jaune	Ébénisterie

* seules les propriétés laxatives et anti-scorbutiques de la pulpe et les propriétés diurétiques de la feuille ont été scientifiquement établies.

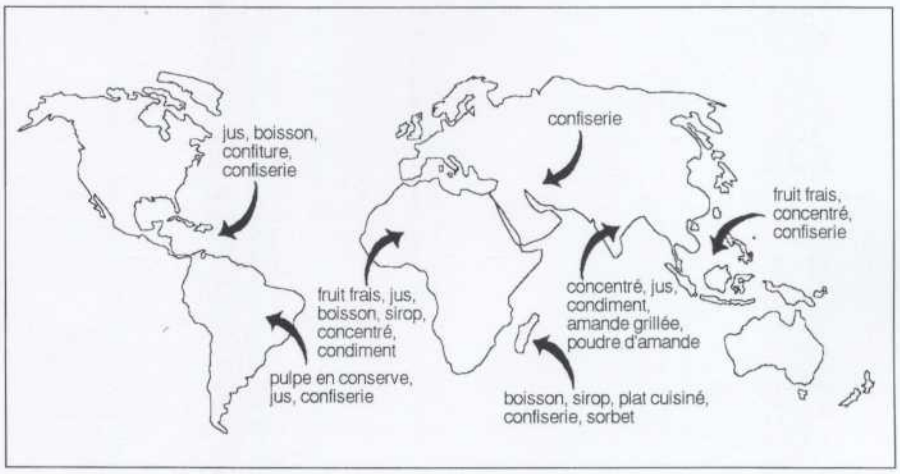

Figure 1.
Principales formes de valorisation du tamarin dans le monde.

ce continent mais en Asie que le tamarinier est le plus utilisé.

En Inde et Asie du Sud-Est, il est localement consommé sous forme de bonbons acidulés sucrés et sa pulpe donne de la saveur à de nombreuses préparations traditionnelles. Une partie de la production est exportée en frais – cas de la Thaïlande – ou sous forme de produits transformés – cas de l'Inde.

Le fruit est également consommé de façon traditionnelle dans d'autres régions de monde : au Moyen-Orient – en Iran –, le tamarin est utilisé pour confectionner des confiseries acidulées et salées. À l'île de la Réunion, les produits à base de tamarin – rougail de tamarin, boissons, sirops, etc. – font partie de la culture culinaire. Dans la région caraïbe, plusieurs entreprises martiniquaises commercialisent des nectars et des confitures, alors qu'à Saint-Domingue des sucreries et boissons rafraîchissantes sont confectionnées artisanalement, et qu'à Porto Rico le tamarin est utilisé en mélange avec d'autres fruits tropicaux. Au Mexique et au Guatemala, il est plutôt consommé sous forme de boisson rafraîchissante appelée « tamarinade ». Mentionnons enfin que le Brésil exporte de nombreux types de produits à base de tamarin.

La fabrication de confitures, de sirops et de sorbet existe mais reste en marge des autres voies de valorisation.

5. procédés de transformation

5.1. jus de tamarin

Du fait de sa faible teneur en eau, la pulpe de tamarin est très collante. Elle ne peut donc pas être directement extraite du fruit par un traitement mécanique : une dilution est nécessaire [13]. Habituellement, l'opération consiste à éliminer manuellement l'enveloppe du fruit avant de le plonger dans l'eau où une agitation contribue à séparer la pulpe des graines [3]. Notons que l'étape de décorticage est coûteuse en temps et en main d'œuvre. Divers schémas de fabrication mécanisée ont été proposés dans la littérature, dont celui présenté sur la *figure 2*. À Porto-Rico, les boissons préparées avec la pulpe extraite mécaniquement (ratio fruit/eau = 1/1,5) semblent plus appréciées par les consommateurs que celles qui sont préparées à partir de fruits pelés à la main (ratio fruit/eau = 1/1) [6].

Selon la législation en vigueur, la boisson obtenue ne peut pas se nommer jus de fruit. En effet, les fruits étant plongés dans l'eau chaude ou froide, il s'agit d'une extraction par diffusion [12]. L'extraction à chaud est plus rapide. Cependant, elle est plus consommatrice d'énergie et favorise la solubilisation des bitartrates qui sont susceptibles de précipiter au refroidissement et, ainsi, de générer un trouble au stockage [13].

Le jus peut être clarifié pour éviter toute sédimentation, mais cette opération modifie sa couleur et sa flaveur [3]. Développée depuis plus de 60 ans, l'industrie du jus clarifié utilise classiquement un collage à la gélatine [1]. Ces jus présentent généralement un extrait sec soluble compris entre 10 et 20 °Brix et une acidité comprise entre 2 et 4 %. Dans ces conditions, une pasteurisation à 60 °C pendant 20 min est suffisante pour stabiliser durablement les qualités microbiologiques et sensorielles du produit [21].

5.2. concentré de tamarin

En Inde, la pulpe mélangée avec une faible quantité d'eau, puis tamisée, séchée partiellement sur tambour et moulée en blocs est appelée concentré, par excès de langage [11].

Le véritable concentré de tamarin est obtenu à partir de l'extrait aqueux préparé à partir de pulpe dégrainée et mondée – c'est-à-dire privée de débris ligneux –, préalablement diluée dans de l'eau bouillante. Après centrifugation de l'extrait, la phase clarifiée est concentrée sous-vide jusqu'à 60–70 °Brix. Le rendement de la production est généralement supérieur à 75 % [11, 22]. Le produit final est très visqueux et son pH est compris entre 2 et 3. Bien que plus acide, sa viscosité élevée rend le produit moins corrosif que le jus vis-à-vis des boites en fer blanc ; son stockage est alors possible pendant une durée de 12 à 15 mois.

Jaleel et al. [23] ont signalé de nombreux problèmes rencontrés lors de la fabrication de ce concentré : d'une part, la flaveur naturelle du tamarin est fortement altérée probablement à cause de l'extraction par ébullition de la pulpe ; d'autre part, la gélification du produit, favorisée par sa teneur élevée en pectines et son faible pH, gêne considérablement la concentration, la manipulation et le conditionnement. Afin de surmonter ces difficultés, l'utilisation d'enzymes a été expérimentée pour réaliser une extraction à faible température. Cette technique a permis d'améliorer les rendements d'extraction, tout en préservant les qualités sensorielles du produit. Après élimination de 30 % d'eau par évaporation sous-vide, le produit concentré à 75 °Brix ne gélifie pas.

Le choix et le dimensionnement du matériel de concentration nécessitent des données sur les propriétés physiques du concentré de tamarin. Manohar et al. [24] ont étudié les propriétés d'écoulement des jus concentrés de tamarin de 7 à 62 °Brix et à des températures variant de 25 à 70 °C. Les concentrés se comportent comme des fluides newtoniens au-dessous de 19 °Brix et sont de nature pseudoplastique au-delà de 23 °Brix. D'autres propriétés, telles

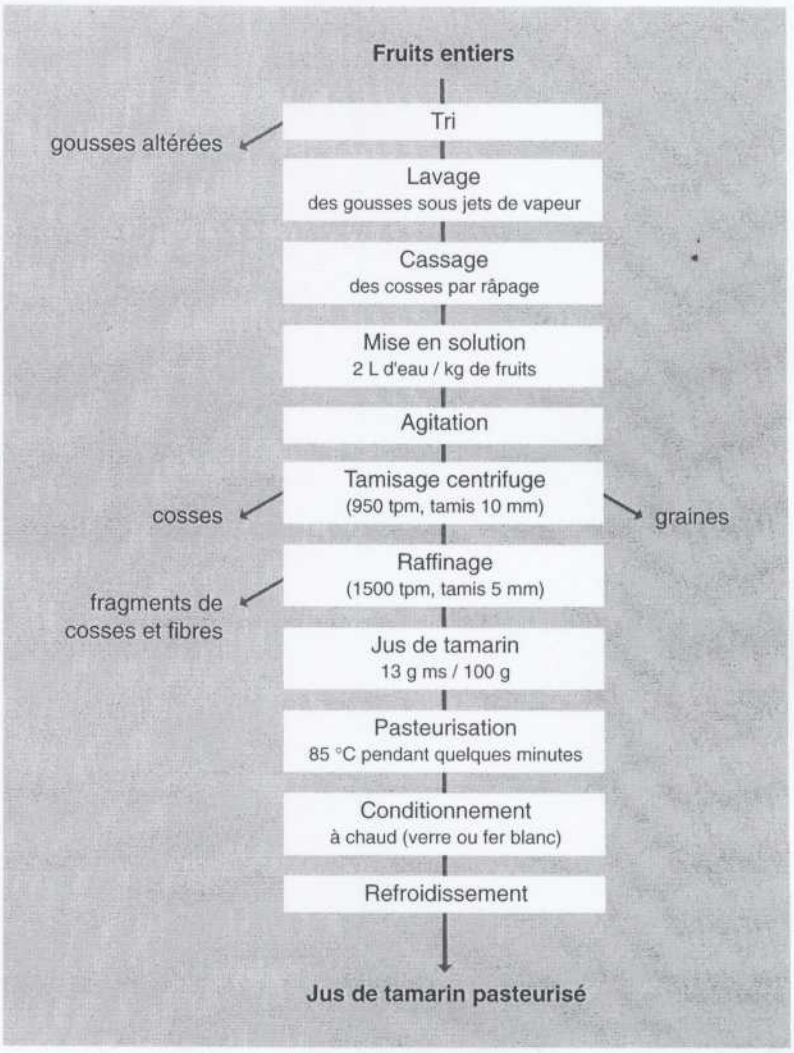

Figure 2.
Schéma des étapes de la fabrication industrielle de jus de tamarin à partir de fruits entiers [6].

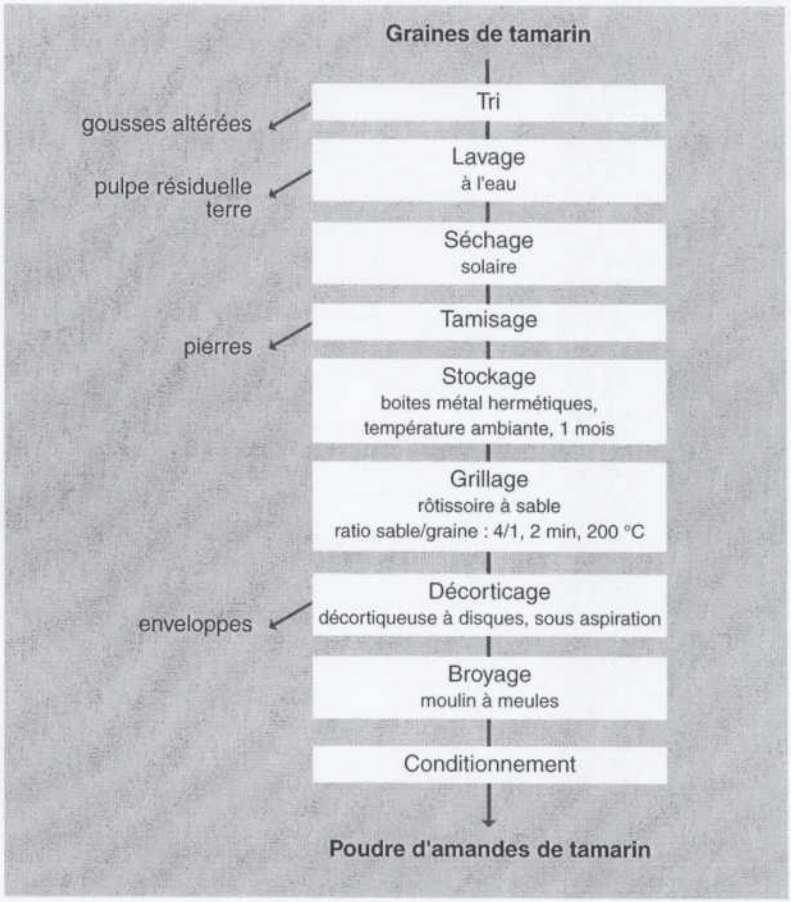

Figure 3.
Schéma des étapes de la fabrication industrielle de poudre d'amandes à partir de graines de tamarin [24].

que l'élévation du point d'ébullition, la chaleur spécifique et la densité des jus et concentrés de tamarin, ont été également déterminées.

Après une éventuelle incorporation de malto-dextrine, de glucose ou de silice, le concentré peut être séché en étuve puis réduit en poudre [1]. C'est principalement sous cette forme que la pulpe de tamarin est employée dans les produits pharmaceutiques.

Un produit pulvérulent comparable peut être également obtenu après foisonnement : à partir d'une solution à 45 °Brix, l'incorporation d'air est obtenue en 15 min environ avec 0,3 à 1,5 % d'agent moussant et stabilisant – monostéarate de glycérol, isolat protéique d'arachide, albumine d'oeuf, carboxyméthylcellulose ou agar-agar. Cette mousse est extrudée, séchée puis réduite en poudre par broyage [13].

5.3. poudre d'amande de tamarin

La graine est un sous-produit de l'industrie de la pulpe de tamarin, dont diverses voies de valorisation sont envisageables. La plus importante au niveau industriel est la fabrication de poudre d'amande (*figure 3*). Il n'existe pas de matériel spécifique à cette transformation. Les équipements utilisés sont le plus souvent issus du traitement du riz, décortiqueuse, par exemple.

La poudre d'amande de tamarin se constitue, pour 65 % de la matière sèche, de polyosides non ioniques, de protéines et de matières grasses [26]. Parmi les polyosides, se trouve un dérivé cellulosique spécifique au tamarin – le « Tamarind Seed Polysaccharide » –, insoluble dans l'eau, qui forme des solutions colloïdales ou des suspensions [27].

Bhattacharya et al. [25] ont étudié le comportement rhéologique de suspensions de poudre d'amande de tamarin. Celles-ci se comportent comme des fluides pseudoplastiques non-newtoniens à caractéristiques thixotropiques. A concentrations égales, la poudre d'amande de tamarin permet d'obtenir des viscosités plus élevées que l'amidon [26]. La viscosité dépend essentiellement de la teneur de la poudre en matières grasses et non de sa teneur en polyosides. Ces suspensions présentent d'excellentes propriétés gélifiantes, même à des pH peu acides, et peuvent être facilement réalisées dans l'eau froide [1]. Les gels obtenus en ajoutant du sucre à la poudre d'amande de tamarin sont comparables à ceux obtenus à partir de pectines de fruits. Il sont cependant plus fermes et moins sensibles aux variations de pH. Enfin, contrairement aux pectines, les suspensions de poudre d'amande de tamarin ne forment pas de gel en présence d'ions calcium.

Bien que cette poudre d'amande soit utilisée au Japon en industrie agro-alimentaire comme agent épaississant et sta-

bilisant, elle présente plusieurs inconvénients qui en limitent son usage. Parmi eux figurent son odeur désagréable due à la présence de lipides occasionnant son rancissement, une couleur terne, la présence de matières insolubles dans l'eau, sa rapide biodégradabilité et plusieurs types de modifications physicochimiques qui altèrent sa qualité. Afin d'améliorer l'acceptabilité de ce produit, plusieurs types de réactions chimiques sont envisageables, comme par exemple, la carboxyméthylation [26].

6. conclusion

La transformation du tamarin s'est donc développée sur différents continents, selon des procédés adaptés au type de produit apprécié dans chaque pays. La tendance actuelle va dans le sens d'un développement de l'exportation de jus concentrés de ce fruit, dont la fabrication n'est cependant pas encore bien maîtrisée. En effet, la teneur élevée en pectines du jus est un facteur qui gêne sa concentration. Par ailleurs, il n'existe pas de matériel spécifique pour cette préparation, en particulier pour l'écossage des gousses. Cependant, les difficultés techniques relevées paraissent surmontables et le tamarin présente l'avantage d'être un fruit relativement facile à conserver – 6 mois environ –, ce qui permet une grande souplesse d'utilisation de la matière première.

Le caractère particulier de sa saveur à la fois très acide et très sucrée peut ne pas toujours rencontrer l'engouement des consommateurs, mais la vaste répartition géographique de la consommation du tamarin offre la perspective de larges marchés. Les caractéristiques particulières des produits obtenus à partir de ce fruit sont à exploiter : les fabricants de boissons rafraîchissantes non alcoolisées, à la recherche de nouveautés, pourraient en effet trouver là un produit digne d'intérêt en utilisant le tamarin soit comme principal ingrédient, soit en l'associant à d'autres fruits.

références

[1] Lefevre J.C., Revue de la littérature sur le tamarinier, Fruits 26 (10) (1971) 687–695.

[2] Grovel R., Le Tamarinier, *Tamarindus indica* L. (Caesalpiniaceae), Le Flamboyant 27 (1993) 33–35.

[3] Nagy S., Shaw P.E., Tropical and subtropical fruits: composition, properties and uses, Avi Publishing, New York, USA, 1980.

[4] Samson J.A., Tropical fruits, Longman Scientific & Technical, Londres, UK, 1986.

[5] Chaturvedi D., The tamarind is prized for its shade and shelter, Indian Farming (1956) 16–17.

[6] Benero J.R., Rodriguez A.J., Collazo de Rivera A.L., A mechanical method for extracting tamarind pulp, J. Agric. Univ. Puerto Rico 56 (2) (1972) 185–186.

[7] Ishola M.M., Agbaji E.B., A chemical study of *Tamarindus indica* (Isamiya) fruits grown in Nigeria, J. Sci. Food Agric. (1990) 141–142.

[8] Hulme A.C. (Ed.), The biochemistry of fruits and their products, Food science and technology, a series of monographs, vol. 1, Academic Press, Londres, UK, 1970.

[9] Marangoni A., Alli I., Kermasha S., Composition and properties of seeds of the tree legume *Tamarindus indica*, J. Food Sci. 53 (5) (1988) 1452–1455.

[10] Panigrahi B., Bland B., Carlaw P.M., The nutritive value of tamarind seeds for broiler chicks, Anim. Feed Sci. Techn. 22 (1989) 285–293.

[11] Lewis Y.S., Neelakantan S., The chemistry, biochemistry and technology of tamarind, J. Sci. Industr. Res. 23 (1964) 204–206.

[12] François M., Transformer les fruits tropicaux, GRET-Ministère de la Coopération, Paris, France, 1993.

[13] Bougouma B., Valorisation du tamarin, Dossier thématique, École nationale supérieure des Industries alimentaires, section IARC, Montpellier, France, 1981.

[14] Bhattacharya S., Bal S., Mukherjee R.K., Some physical and engineering properties of tamarind (*Tamarindus indica*) seed, J. Food Eng. 18 (1991) 77–89.

[15] Bohnsack H., Exotic flavors add excitement to candy, Candy Snack Ind. 137 (4) (1972) 30–58.

[16] Bremness L., Les plantes aromatiques et médicinales, Bordas Nature, Paris, France, 1994.

[17] Malgras D., Arbres et arbustes guérisseurs des savanes maliennes, ACCT Karthala, Paris, France, 1992.

[18] Norman J., Les épices, leur emploi dans la cuisine d'aujourd'hui, Hatier, Paris, France, 1990.

[19] Sotelo A., The nutritive value of wild mexican legumes with a potential for nutritional use, in: Nwokolo E., Smartt J. (Eds.), Food and feed from legumes and oilseeds, Chapman & Hall, Londres, UK, 1996.

[20] Viard M., Les fruits et légumes du monde, Hatier, Paris, France, 1995.

[21] Blanco M., El tamarindo: una fruta tropical con grandes posibilitades de industrializacion, Rev. Retardar 54 (1990).

[22] Lewis Y.S., Menon P.G.K., Natarajan C.P., Amla B.L., Tamarind concentrate, Indian Food Packer 24 (1) (1970) 18–20.

[23] Jaleel S.A., Narayana K., Sreekantiah K.R., Use of fungal pectic enzyme in the production of tamarind concentrate, Indian Food Packer, sept.-oct. (1980) 12–14.

[24] Manohar B., Ramakrishna P., Udayasankar K., Some physical properties of tamarind (*Tamarindus indica* L.) juice concentrates, J. Food Eng. 13 (1991) 241–258.

[25] Bhattacharya S., Mukherjee R.K., Bhattacharya S., Rheological behaviour of tamarind (*Tamarindus indica*) kernel powder suspension, J. Food Eng. 13 (1990) 151–158.

[26] Prabhanjan H., Studies on modified tamarind kernel powder. Part I : preparation and physicochemical properties of sodium salt of carboxymethyl derivatives, Stärke 41 (11) (1989) 409–414.

[27] Lang P., Structure and aggregation behaviour of tamarind seed polysaccharide in aqueous solution, Makromol. Chem. 194 (1993) 3157–3166.

Características principales y medios de valorización del tamarindo.

Resumen — Introducción. El tamarindo se utiliza frecuentemente en la zona intertropical para la preparación de numerosos platos o bebidas tradicionales, pero su utilización industrial es reciente. **El tamarindo**. Procedente de África del Este, *Tamarindus indica* es la única especie de su género. Los frutos de este árbol son unas vainas que contienen un máximo de diez semillas pardas, rodeadas de una abundante pulpa ácida. El tamarindo puede producir hasta 15 $t \cdot ha^{-1}$ anuales de vainas. **El fruto**. El tamarindo contiene aprox. 30% de pulpa, 40% de semillas y 30% de vaina. En el fruto maduro la pulpa es pardusca y su contenido en agua está próximo al 30%. Rico en pectinas y azúcares reductores, contiene importantes cantidades de ácidos orgánicos, constituidos en un 98% de ácido tartárico. El principal componente que origina el aroma de la pulpa es el 2 acetilfurano. El tamarindo, no climatérico, hay que recolectarlo cuando está perfectamente maduro. Una vez retirada la vaina, la pulpa puede secarse al sol o incorporarle azúcar y, posteriormente, almacenarla varios meses sin que se produzcan alteraciones notables de calidad. **Principales utilizaciones**. Se pueden emplear prácticamente todas las parte del árbol sobre todo para preparaciones alimentarias o preparaciones medicinales; no obstante, el fruto es la parte vegetal más explotada (zumo, bebida azucarada, condimento, confitería, etc.). **Procedimientos de transformación**. La transformación tradicional del tamarindo para la preparación de platos y bebidas está muy extendida, pero las utilizaciones industriales son relativamente desconocidas y poco desarrolladas. Conciernen sobre todo la fabricación de zumo pasteurizado; de concentrado de tamarindo y almendra en polvo. **Conclusión**. Las características particulares de los productos obtenidos a partir del tamarindo hacen que su explotación parezca interesante, sobre todo para la fabricación de bebidas refrescantes no alcoholizadas. (© Elsevier, Paris)

***Tamarindus indica* / usos tradicionales / jugo de frutas / productos derivados de las frutas**