

# Richesses et potentialités des agroressources dans les PED

UE 9 – IAAS 3



## La valorisation du tamarin

**R. FAVET**

**M.-J. FRIKART**

**J. POTIN**

Septembre 2011

## Résumé

---

Vraisemblablement originaire de l’Afrique de l’Est, le tamarin est aujourd’hui cultivé dans toute la zone intertropicale. Largement utilisé par les populations locales, l’intérêt porté par les industries agroalimentaires, pharmaceutiques et cosmétiques est récent. L’arbre, le tamarinier (*Tamarindus indica L.*) pouvant atteindre une hauteur de 30 mètres produit un fruit en forme de gousse : le tamarin, contenant jusqu’à 12 graines enveloppées dans une pulpe de couleur brune/noirâtre. Le tamarin est constitué à 40 % de graines, 30 % de cosse et 30 % de la pulpe. Cette dernière est riche en pectines (2,8%) et en sucres réducteurs constitués à 98 % par l’acide tartrique. Le tamarinier peut atteindre un rendement annuel de 15 tonnes de tamarin par hectare. Les principaux producteurs de tamarin, l’Inde et la Thaïlande, sont ceux qui dominent le marché des exportations de fruits frais et de produits transformés, principalement destinés aux marchés américain et européen. Le tamarin est traditionnellement peu consommé à l’état frais mais comme condiment, sous forme de bonbon acidulé pimenté ou de boisson. La transformation industrielle du tamarin en jus est très répandue mais génère beaucoup de déchets. Pour cette raison, il est intéressant de valoriser les sous-produits tels que la graine, pouvant être transformée en poudre d’amande utilisée entre autres par l’industrie cosmétique, textile ou l’industrie du papier. Ainsi, au vu des nombreuses vertus que possède le tamarin, il serait intéressant d’exploiter ses potentialités et de le présenter aux pays occidentaux où il est encore relativement méconnu.

# Sommaire

---

Introduction .....	1
1. Le tamarinier .....	2
1.1. Historique .....	2
1.2. L'arbre .....	2
1.3. Le fruit .....	3
2. Production du tamarin .....	8
2.1 Caractéristiques agronomiques .....	8
2.2 Zones de production .....	8
2.3 Rendements .....	11
2.4 Marché du tamarin frais .....	11
3. Principales utilisations de la pulpe .....	13
3.1 Usages traditionnels de la pulpe de tamarin .....	13
3.2 Usages industriels de la pulpe de tamarin .....	13
3.3 Marché des produits à base de pulpe de tamarin .....	17
4. Valorisation des sous-produits et potentialités .....	18
4.1. Valorisation de la graine de tamarin .....	18
4.2. Marché des produits à base de graine de tamarin .....	20
4.3. Potentialités du tamarin .....	21
Conclusion .....	22
Bibliographie .....	23
Table des illustrations .....	25

# Introduction

---

Largement répandu au niveau des zones tropicales, *Tamarindus indica* est un arbre aux usages divers. Bien qu'originaire d'Afrique, le tamarinier est majoritairement cultivé en Asie, notamment en Inde et en Thaïlande. L'arbre est adapté à une grande variété de conditions écologiques, ce qui explique sa large distribution mondiale.

Pratiquement toutes les parties de l'arbre sont exploitées pour leurs multiples propriétés. Une attention particulière a été portée au fruit du tamarinier, afin de montrer les voies de valorisation de ses différents compartiments. Constituant la principale richesse du tamarin, la pulpe fait l'objet de nombreux usages, tant au niveau traditionnel qu'industriel. Les applications liées à la pulpe concernent principalement l'alimentaire, mais touchent également le domaine thérapeutique.

Sous-produits de l'utilisation industrielle de la pulpe du tamarin, les graines peuvent être valorisées de manière à constituer une plus-value pour ces unités de transformation. La voie de valorisation majoritaire de la graine de tamarin est la production de poudre d'amande, utilisée pour ses propriétés gélifiantes et épaississantes. Hormis l'exploitation à des fins alimentaires, la graine peut être intéressante en cosmétique, ou dans l'industrie du textile, du papier ou de la construction grâce à l'huile extraite de celle-ci.

Considéré comme sous-utilisé par de nombreux experts, le tamarin attire de plus en plus l'attention de la recherche ; en effet, de récentes publications scientifiques se sont intéressées aux propriétés de la pulpe et de la graine.

Après une brève présentation du tamarinier et de ses origines, une description de son fruit sera effectuée, en s'attachant plus particulièrement à la composition biochimique de la pulpe et de la graine. Des données portant sur la production seront fournies, incluant conditions écologiques de culture du tamarinier et rendements. Ensuite, les multiples usages de la pulpe déjà existants seront décrits. Enfin, plusieurs voies de valorisation de la graine seront proposées, ainsi que les potentialités du fruit. L'aspect marché sera également abordé à plusieurs reprises, celui du tamarin frais d'une part, celui des produits à base de pulpe puis de graine d'autre part.

# 1. Le tamarinier

---

## 1.1. Historique

Probablement originaire de l’Afrique de l’Est et de Madagascar, le tamarinier est actuellement présent dans toutes les zones tropicales du monde. Répandu dans les zones anciennement peuplées, la diffusion du tamarinier a certainement été aidée par l’homme. En Equateur, les populations utilisaient le tamarin dès l’époque précolombienne ; l’arbre, considéré comme sacré, était associé à la fertilité. Introduit très tôt en Inde, le tamarin tire d’ailleurs son nom de l’expression « Tamar Hindi » ou « datte d’Inde » (principalement du fait de l’aspect de sa pulpe séchée). Les Grecs et Egyptiens connaissaient le tamarinier dès le IV<sup>e</sup> siècle avec J-C. Au Moyen-âge, les marchands arabes et voyageurs de retour des contrées en Afrique ont permis de faire découvrir le tamarin aux Européens. Au XVII<sup>e</sup> siècle, le tamarinier fut ensuite introduit aux Antilles par les Espagnols.

## 1.2. L’arbre

*Tamarindus indica* appartient à la sous-famille des Caesalpinioideae (légumineuses) dont il représente la seule espèce du genre, bien qu’il existe plusieurs variétés par continent. Dans ces différentes zones, le tamarinier est connu sous divers noms vernaculaires (Tableau 1).

Tableau 1 : Exemples de noms vernaculaires attribués au tamarinier selon le pays de production et les dialectes qui y sont parlés

Pays	Langue/Région	Nom vernaculaire
Inde	Hindi	Ambli, amlī, imli
	Bengali	Tintiri, tintul, tetul
	Sanskrit	Amalika
Thaïlande	Général	Makham
	Nord	Bakham
	Péninsulaire	Somkhan
Kenya	Swahili	Mkwaju
	Masai	Ol-masamburai
	Turkana	Eopduran
Zambie	Bemba	Mushishi
	Nyanja	Mwemba
	Tonga	Musika
Ouganda	Teso	Esukuru
	Bari/Ma’d	Iti
	Luganda	Mukoge

Source : Coronel (1991); Salim et al. (1998)

D'une grande longévité, le tamarinier est un arbre imposant qui peut atteindre 30 m de hauteur. Son large tronc de 8 m de circonférence, porte un feuillage épais et persistant. L'écorce, de couleur grise-brunâtre, est crevassée et écailleuse. L'arbre produit une racine drainante profonde et un vaste système racinaire latéral. Les feuilles sont alternes et paripennées (20 à 30 folioles opposées, arrondies aux deux bouts), avec de courts pétioles (environ 1,5 cm de longueur). Les fleurs disposées en grappes, comptent 4 sépales et une corolle de 5 pétales jaunes striés de rouge (Figure 1).

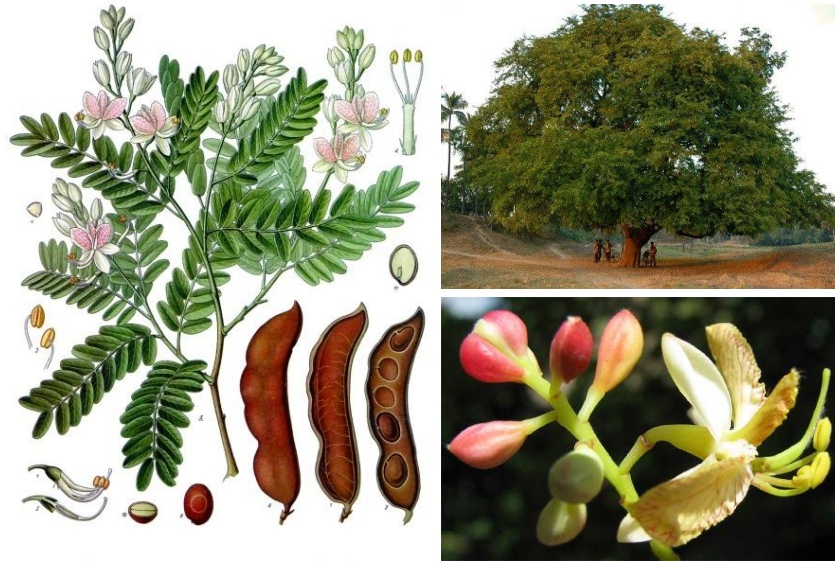


Figure 1 : Planche botanique de *Tamarindus indica*, photos du tamarinier et de sa fleur

### 1.3. Le fruit

Le tamarin est une gousse indéhiscente de forme allongée (5 à 12 cm de long et 1 à 2 cm de large), droite ou recourbée, plus ou moins bosselée et aux extrémités arrondies. La gousse dispose d'un épicarpe externe écaillé, gris clair ou marron, appelé cosse. A l'intérieur se trouve une pulpe ferme mais douce, épaisse et de couleur brune/noirâtre. Celle-ci est cernée de trois fibres rigides, branchées depuis la base jusqu'à l'apex. La pulpe est traversée de cavités contenant des graines aplaties, marron et à l'aspect brillant. Chaque gousse peut contenir entre une et 12 graines, dont la taille est variable. Une graine comprend une enveloppe externe (25%) renfermant une amande ou endosperme (75%).

Le poids moyen d'un fruit varie entre 10 et 15 g, approximativement répartis en 30 % de pulpe, 40 % de graines et 30 % de cosse et fibres (Figure 2).



Figure 2 : Compartimentation du tamarin

### 1.3.1 Composition biochimique de la pulpe

A maturité du fruit, la pulpe est acidulée, sucrée et de couleur brun rougeâtre. Le tamarin se caractérise par une faible teneur en eau qui avoisine 38 %, et une quantité importante de protéines, glucides (Tableau 2) et éléments minéraux. Il s'agit sans doute du fruit le plus riche en ces 3 catégories de nutriments. La pulpe présente également une quantité abondante de pectines.

Tableau 2 : Principaux composés de la matière sèche de pulpe de tamarin

Teneur en MS (g/100g de pulpe)	Teneur (g/100g MS)						
	Protéines	Glucides	Lipides	Acide tartrique	Cellulose	Pectine	Eléments minéraux
62,0	6,3	81,0	1,4	21,2	5,6	2,8	3,5

Source : Grollier *et al.* (1998)

Riche en sucres réducteurs, la pulpe renferme également une quantité importante d'acides organiques. Ces derniers sont constitués à 98 % par l'acide tartrique (Tableau 2), inhabituel dans les tissus végétaux, présent sous forme libre ou sous forme de bitartrates de calcium et de potassium. A la différence des autres fruits, l'acidité du tamarin ne s'estompe pas avec la maturation, ce qui indique que l'acide tartrique n'est pas utilisé lors du développement du fruit. Pendant ce temps, la quantité de sucres réducteurs augmente pour donner un goût plus doux à ce fruit aigre. C'est pourquoi, le tamarin est connu comme étant le fruit le plus acide et sucré à la fois.



Par ailleurs, la quantité d'acide ascorbique présente dans la pulpe de tamarin est non négligeable. D'autres acides organiques sont également présents comme l'acide oxalique, succinique, citrique et quinique.

En dehors de l'acide ascorbique, la pulpe est une bonne source en certaines vitamines. La riboflavine, la thiamine et la niacine sont présentes dans des quantités intéressantes (Tableau 3). Cependant, la pulpe est dépourvue de vitamine A.

Tableau 3 : Principales vitamines contenues dans la matière sèche de pulpe de tamarin

Teneur (mg/100g MS)			
Acide ascorbique (C)	Thiamine (B1)	Riboflavine (B2)	Niacine (B3)
18,0	0,6	0,2	0,6

Source : Grollier et *al.* (1998)

La pulpe de tamarin renferme également d'importantes quantités de minéraux (Tableau 4). En effet, la pulpe est riche en potassium, phosphore, calcium, magnésium et sodium. Elle est une bonne source de fer, mais le contenu en zinc est plutôt faible.

Malgré sa richesse en protéines, glucides, vitamines et minéraux, et sa forte valeur énergétique, le tamarin profite peu à l'homme qui le consomme rarement frais.

Tableau 4 : Principaux éléments minéraux contenus dans la matière sèche de pulpe de tamarin

Teneur (mg/100g MS)										
K	P	Ca	Mg	Na	Fe	Cu	Zn	S	Mn	Ni
597,8	155,0	179,9	78,0	75,3	3,1	21,8	1,1	36,0	9,6	0,5

Source : Grollier et *al.* (1998)

Le principal composé responsable de l'arôme de la pulpe est le 2-acétyl-furanne (Tableau 5). Néanmoins, il est associé à de nombreux composés volatiles. Les constituants volatiles majoritaires dans la pulpe sont des dérivés furannes (44,4%) et des acides carboxyliques (38,2%), dont le furfural (38,2%), l'acide palmitique (14,8%), l'acide oléique (8,1%) et la phényaldéhyde (7,5%) sont les plus représentés. Hormis ces quelques substances, il existerait plus de 81 molécules volatiles différentes dans la pulpe. Le fruit contient une variété de pigments, la couleur rougeâtre de la pulpe étant due à un anthocyane rouge-rose soluble dans l'eau.



Tableau 5 : Principaux composés responsables de l'arôme de la pulpe de tamarin

Note caractéristique	Composé d'arôme
Balsamique	2-&cétyl-furanne, furfural, 5-méthylfurfural
Grillé	5-pyrazines, 2-alkylthiazoles
Agrume	Limonène, terpinène-4-ol, néral, $\alpha$ -terpinéol, géraniol
Epicé	Salicylate de méthyle, safrol, ionones, cinnamaldéhyde, cinnamate d'éthyle

Source : Grollier et al. (1998)

### 1.3.2 Composition biochimique des graines

L'amande et la graine entière sont une source potentielle en protéines (Tableau 6), lesquelles contiennent une part importante d'acides aminés soufrés (Tableau 7) ; en effet, Cystéine et Méthionine sont présentes à une concentration de 435 mg/g d'azote. La graine de tamarin dispose d'un bon équilibre en acides aminés essentiels (richesse notable en Leucine, Lysine et Phénylalanine), bien que les quantités de Tryptophane et Thréonine soient quelque peu limitées. Cependant, la faible digestibilité de la graine par l'homme rend difficile sa valorisation à des fins alimentaires.

Tableau 6 : Principaux composés de la graine de tamarin, de l'amande et de l'enveloppe

	Teneur (%)					
	Eau	Protéines	Glucides	Lipides	Fibres	Cendres
Graine	10,4	20,1	53,5	10,4	8,1	2,9
Amande	17,1	16,5	68,7	10,1	5,4	3,3
Enveloppe	11,0	.	.	.	21,6	7,4

Source: El-Siddig et al., 2006

La graine est riche en glucides, principalement contenus dans l'amande. Parmi ces polysaccharides, l'intérêt se porte sur le xyloglycane, notamment pour ses propriétés gélifiantes. L'amande contient également des lipides, alors que l'enveloppe est riche en fibres. Par contre, la graine est dépourvue d'acide tartrique.

Tableau 7 : Teneur en acides aminés de la graine

	Teneur (mg/g d'azote)
Acide aspartique	935
Acide glutamique	1 449
Serine	445
Glycine	585
Histidine	249
Arginine	617
Proline	537
Alanine	371
Cystéine et Méthionine	435
Thréonine	282
Tyrosine et Phénylalanine	523
Valine	409
Isoleucine	356
Leucine	623
Lysine	527
Tryptophane	.

Source : Grollier et *al.* (1998)

La valorisation de la graine de tamarin peut être intéressante pour son contenu en éléments minéraux (Tableau 8), en particulier pour le calcium et le potassium, mais également pour le magnésium et le calcium.

Tableau 8 : Principaux éléments minéraux de la graine de tamarin

Teneur (mg/100g MS)								
Ca	P	Mg	K	Na	Cu	Fe	Zn	Mn
265,4	77,9	67,9	441,4	24,0	10,3	6,5	2,9	0,9

Source : Grollier et *al.* (1998)

## 2. Production du tamarin

---

### 2.1 Caractéristiques agronomiques

Le tamarinier prospère de préférence dans les régions semi-arides, à partir de 400 mm de précipitations annuelles, mais il pousse dans les zones de mousson qui possèdent cependant une saison sèche bien marquée et assez longue. Cet arbre ne pénètre pas dans la zone des forêts humides mais supporte l'air salin et le brouillard des régions côtières. On le retrouve aussi en montagne, jusqu'à 5 000 mètres d'altitude si la chaleur est suffisante.

La large distribution du tamarinier indique qu'il est très plastique et peu exigeant quant au sol. On le trouve donc sur des sols très différents : dépressions, vallées, abords de mares... Il préfère les sols graveleux ou sableux, profonds, lourds et perméables. Il ne pousse pas dans les marécages où l'eau est stagnante, ni sur les sols trop rocheux qui entravent la croissance de ces racines.

Dans les zones sahéliennes, le tamarinier est retrouvé sur les bords de cours d'eau et sur les terrains où la nappe phréatique est proche. Il est souvent associé à une grande termitière avec laquelle une certaine symbiose s'est établie. Le tamarinier tolère une légère salinité et le pH idéal pour son développement se situe autour de 5,5. Souvent isolé par pied, le tamarinier ne convient pas pour les cultures associées car aucune végétation ne pousse sous son houppier. En Inde, le tamarin se récolte principalement de mai à avril.

### 2.2 Zones de production

Des données précises sur la production et les superficies des cultures du tamarin sont difficiles à obtenir. En effet, dans la plupart des pays producteurs le tamarin est cultivé pour répondre aux besoins locaux et une partie des fruits est ramassée par la population locale ou cueillie dans des zones isolées. Le tamarinier n'est cultivé à grande échelle que dans quelques pays tels que l'Inde ou la Thaïlande. C'est pourquoi, malgré des efforts pour rassembler les informations, des données sur la production réelle de tamarin sont inexistantes ou peu fiables car souvent issues d'estimations. A l'heure actuelle le tamarinier est cultivé dans 54 pays du monde : 18 dont il est d'origine et 36 où il a été introduit. Les principaux producteurs se trouvent sur le continent asiatique, l'Inde et la Thaïlande.

#### 2.2.1 Cas de l'Inde

L'Inde est le premier producteur mondial de tamarin. Bien que le tamarinier soit cultivé dans des champs délimités, il pousse essentiellement de façon sauvage. Il est particulièrement abondant dans les régions de Madhya Pradesh, Bihar, Andhra Pradesh, Karnataka, Tamil Nadu, West Bengal et Kerala (Figure 4 à 6).

La disponibilité des données sur les superficies cultivées et la production du tamarin en Inde sont très limitées. En effet, la production de tamarin est souvent incluse avec d'autres espèces de fruits exotiques. Cependant, les quelques données disponibles permettent de montrer que la production annuelle de tamarin en Inde a augmenté de 17% en quasiment 50 ans. En effet, en 1964, l'Inde produisait 250 000 tonnes de tamarin contre 300 000 tonnes aujourd'hui (El-Siddig *et al.*, 2006). Les régions au Sud de l'Inde sont les plus productives du pays et connaissent une relative stabilité.

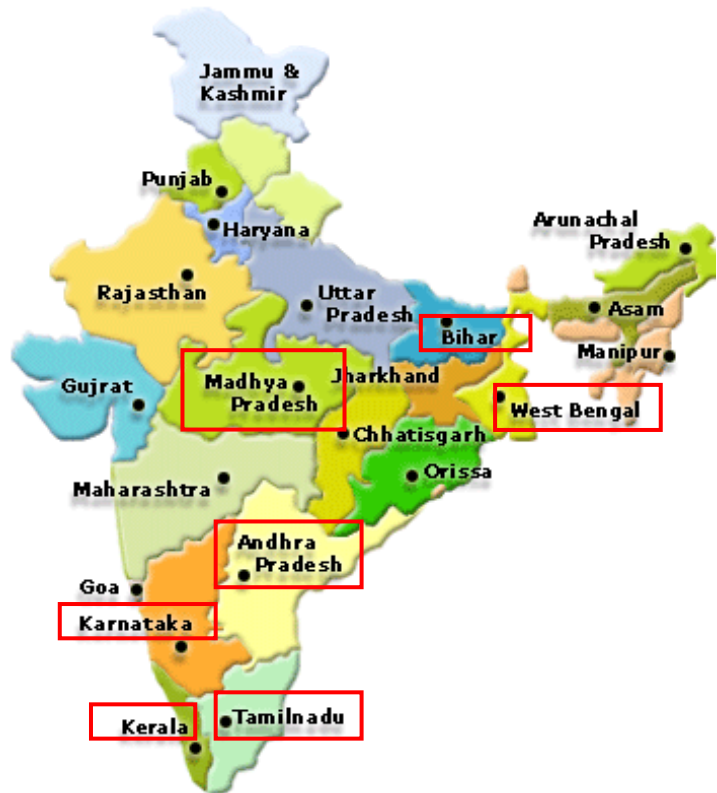


Figure 3 : Régions de l'Inde où est cultivé le tamarin

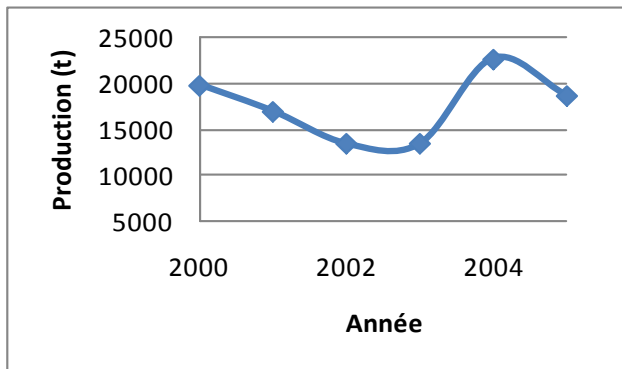


Figure 4 : Evolution de la production de tamarin entre 2000 et 2005, Inde Andhra Pradesh (El-Siddig *et al.*, 2006)

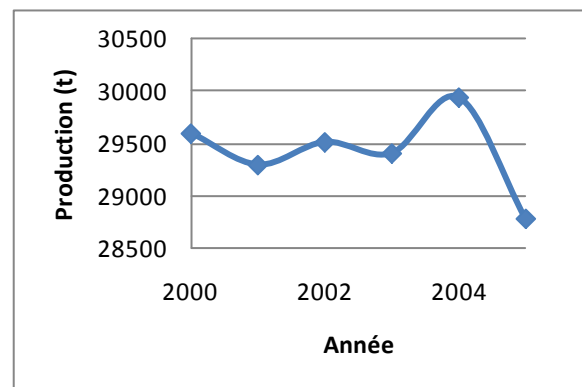


Figure 5 : Evolution de la production de tamarin entre 2000 et 2005 ; Inde, Karnataka (El-Siddig *et al.*, 2006)

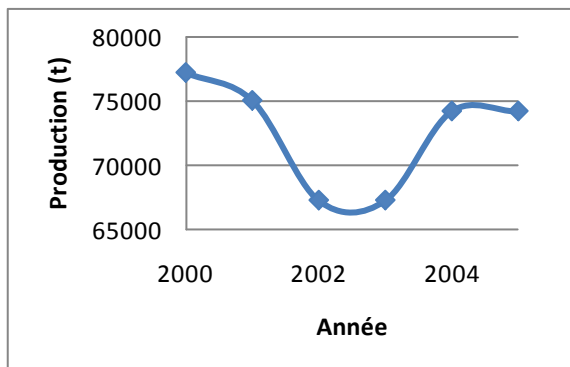


Figure 6 : Evolution de la production de tamarin entre 2000 et 2005 ; Inde, Kerala (El-Siddig *et al.*, 2006)

### 2.2.2 Cas de la Thaïlande

La Thaïlande est le second plus gros producteur de tamarin après l'Inde. Elle produit à la fois du tamarin doux et aigre avec des proportions respectives de 30 et 70% de la production totale. La consommation du tamarin aigre est essentiellement locale alors qu'une grande partie de la production de tamarin doux est destinée à l'exportation. L'intérêt porté au tamarin par les pays importateurs a entraîné une forte augmentation de sa production au début des années 90. Le manque de données plus récentes ne permet pas d'affirmer la pérennité de ce phénomène.

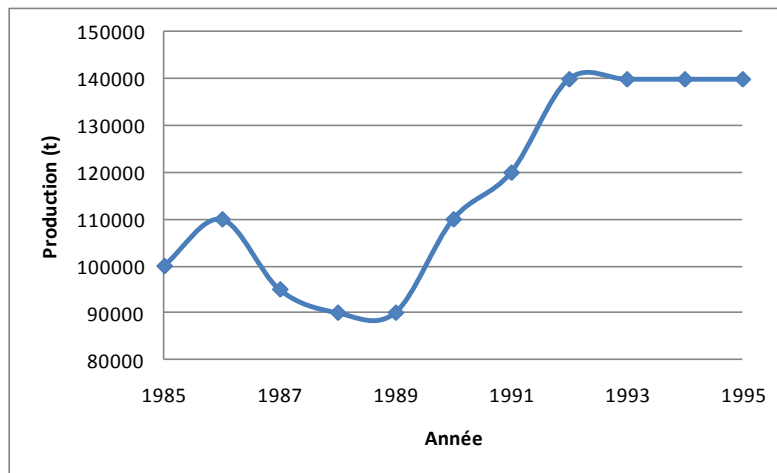


Figure 7 : Evolution de la production de tamarin entre 1985 et 1995, Thaïlande (El-Siddig *et al.*, 2006)

### 2.2.3 Autres pays producteurs

De nombreux autres pays produisent du tamarin, aussi bien en Asie avec le Sri Lanka ou l'Indonésie qu'en Amérique du Sud ou Centrale avec le Mexique, le Costa Rica etc. ainsi qu'en Afrique.

Tableau 9 : Gros et petits producteurs de tamarin (non exhaustif) (El-Siddig *et al.*, 2006)

Gros producteurs	Production par an (t)	Petits producteurs
Brésil	-	Cambodge
Costa Rica	221 (1997)	Kenya
Cuba		Sénégal
Puerto Rico	23 (1977)	Tanzanie
Guatemala	-	Vietnam
Inde	300 000 (2000)	Zanzibar
Indonésie	-	Fiji
Mexico	37 (2000)	Zambie
Sri Lanka	-	Madagascar
Thaïlande	140 000 (1995)	République Dominicaine

- : Absence de donnée

## **2.3 Rendements**

D'après le centre de recherche de Periyakulam en Inde, pour les parcelles cultivées, le rendement de la production de tamarin ne permet de dégager des bénéfices qu'au cours de la quatrième année après la plantation de l'arbre. En effet, les trois premières années le tamarinier ne produit quasiment pas de fruit. A partir de la quatrième année, son rendement approche 40 kg par arbre ce qui représente jusqu'à 15 t.ha<sup>-1</sup>.an<sup>-1</sup>. Le tamarinier atteint son rendement maximum de 100 kg par arbre après quinze ans et produit pendant 50 à 60 ans bien qu'il puisse vivre jusqu'à 600 ans.

Une variété spécifique de tamarinier, les cultivars, obtenue par sélection, permettent d'obtenir de meilleur rendement, jusqu'à 70 kg par arbre dès la quatrième année de culture. Cette nouvelle variété favorise la commercialisation du tamarin même par les petits producteurs.

Comme pour de nombreuses cultures, l'utilisation d'un sol inadéquat entraîne une baisse du rendement.

## **2.4 Marché du tamarin frais**

Le tamarin est consommé frais ou transformé partout où il est produit. Cependant, le marché international du tamarin n'existe que dans les gros pays producteurs tels que l'Inde ou la Thaïlande. En effet, dans les petits pays producteurs, le tamarin est essentiellement consommé localement par les villageois pour son goût et ses vertus médicinales.

Le marché du tamarin à l'échelle nationale ou internationale est limité pour plusieurs raisons :

- Relativement peu de recherches sont faites pour l'amélioration de la culture du tamarin, exception faite au développement du cultivar en Thaïlande. Cette variété de tamarin doux a réveillé l'intérêt du marché international pour le fruit frais.
- Le tamarin aigre est essentiellement destiné au marché national. Cependant, à cause de la faible rémunération des producteurs de tamarin encore beaucoup de fruits ne sont pas récoltés.
- Le tamarin est considéré comme un fruit exotique. Dans les pays importateurs, le tamarin est le plus souvent utilisé par des consommateurs asiatiques ou africains. Bien que la tendance soit entrain de s'inverser, les habitudes et le manque de communication autour des bienfaits du tamarin freine l'envolée du marché international.

Pour ces raisons, de nombreux pays producteurs exportent le fruit en petites quantités et le tamarin est souvent catégorisé en tant que « produits divers ». L'obtention d'informations représentatives et détaillées sur le marché international du tamarin est donc délicate.

### *La valorisation du tamarin*

L'Inde est le plus grand exportateur de tamarin (frais et transformé). Au cours de l'année 2001-2002, la quantité de tamarin frais exportée s'élevait à 1 434 tonnes (El-Siddig et *al*, 2006). Les pays importateurs du tamarin indien sont entre autres le Pakistan, l'Europe, le Japon, le Yémen, la Malaisie ou le Bangladesh.

La Thaïlande est aussi un exportateur important de tamarin frais avec plus de 7 000 tonnes en 1999 (El-Siddig et *al*, 2006). Les destinations principales sont les Etats-Unis, le Royaume Uni, le Pakistan, l'Afrique du Sud, etc...

Les Philippines et l'Indonésie sont également de gros exportateurs avec pour le dernier un peu plus de 6 000 tonnes de tamarin frais en 1995 (El-Siddig et *al*, 2006).

Les principaux importateurs de tamarin frais sont le Royaume Uni, la France et les Etats Unis, où il est consommé frais ou transformé sur place, en produits cosmétiques par exemple.



## 3. Principales utilisations de la pulpe

---

Le tamarinier est considéré comme un arbre à usages multiples de par les différentes vertus attribuées aux fruits, feuilles, fleurs, tronc et écorce de l'arbre. Le tamarinier trouve donc de nombreuses applications en alimentaire, en médecine, en cosmétique et dans l'industrie textile (El-Siddig et *al.*, 2006). Cependant, la pulpe reste la partie la plus utilisée de l'arbre, aussi bien traditionnellement qu'industriellement.

### 3.1 Usages traditionnels de la pulpe de tamarin

Bien que le tamarin soit un fruit, il est très peu consommé frais en dessert. Traditionnellement, la pulpe est utilisée comme condiment dans l'élaboration de plats tels que les currys en Inde ou certaines sauces en Afrique et Asie. Il est également consommé sous forme de bonbon acidulé pimenté, sucré (Asie, Réunion) ou salé (Mexique). Le plus souvent, la pulpe de tamarin est utilisée pour la confection de boissons, que ce soit sous forme d'infusions ou de jus comme l'« eau de tamarin » en Afrique. Ces jus sont généralement composés d'eau, de pulpe et de sucre permettant de neutraliser l'acidité du fruit.

De tout temps, la pulpe de tamarin est également consommée pour ses vertus thérapeutiques. Ses principales propriétés, qui seraient dues à la présence d'acide tartrique et de pectine (Merceron, 1997) sont d'être laxatif, fébrifuge, anti-gastralgique, antiscorbutique et ténifuge. De manière plus anecdotique, il a été rapporté une utilisation en tant que remède contre l'insolation, l'empoisonnement au *Datura* (plante vénéneuse de la famille des Solanacées) ou encore contre les effets de l'alcool et du cannabis (El-Siddig et *al.*, 2006).

### 3.2 Usages industriels de la pulpe de tamarin

La valorisation agroalimentaire de la pulpe de tamarin est la plus répandue, mais les industries pharmaceutiques et cosmétiques utilisent également le fruit pour les diverses vertus qui lui seraient attribuées.

#### 3.2.1 Usages industriels en agroalimentaire

La qualité des produits finaux est en grande partie due à la préparation des fruits dès la cueillette. En effet, pour obtenir des fruits de bonne qualité, la cueillette ne doit s'effectuer que s'ils sont à maturation car le tamarin ne mûrit pas pendant le stockage. De plus, la cueillette est une étape assez délicate car bien qu'une cosse protège les fruits, ceux-ci s'écrasent facilement. Une fois cueillis, les fruits peuvent être séchés puis stockés pendant au moins 5 à 6 mois avant utilisation. Une attention particulière doit cependant être portée aux insectes parasites du tamarin, notamment les coléoptères. Pendant le stockage, la pulpe brunit par brunissement enzymatique, se ramollit et devient collante (Merceron, 1997).

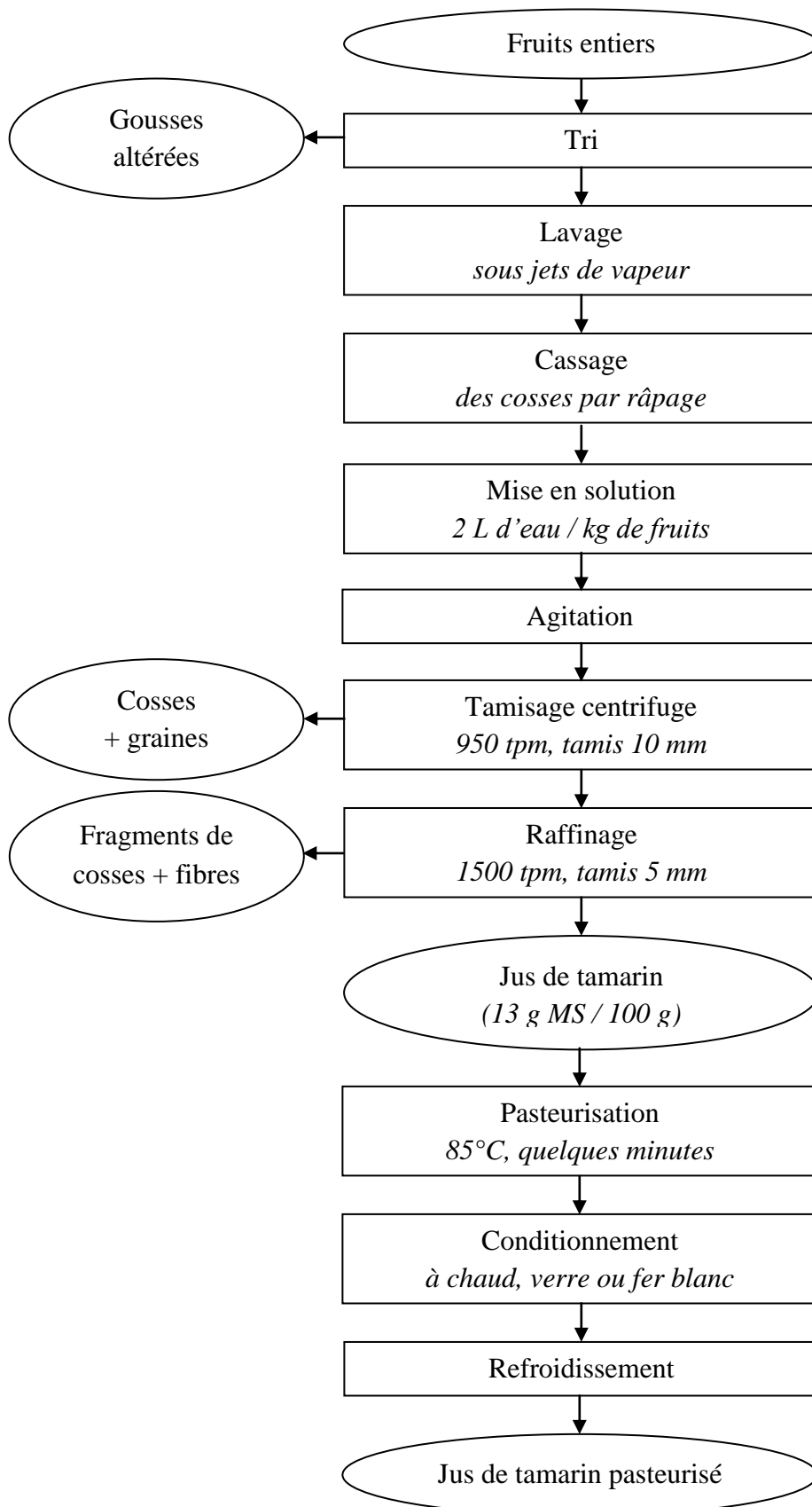


Figure 8 : Diagramme de fabrication de jus de tamarin pasteurisé à partir de fruits entiers (Grollier et al., 1998)

### 3.2.1.1 Jus de tamarin

Le jus est le produit transformé issu du tamarin le plus consommé dans le monde. Les principales étapes de fabrication industrielle du jus de tamarin sont représentées sur la Figure 8. L'extraction de la pulpe est une opération délicate car, de par sa faible teneur en eau, la pulpe est de nature collante. Une extraction mécanique seule du jus n'est donc pas possible : il est nécessaire de l'associer à une mise en solution (à chaud ou à froid) du fruit écosé pour permettre la séparation de la pulpe des fibres et des graines. L'extraction à froid présente l'avantage de ne pas extraire les bitartrates insolubles : le produit final ne présentera pas de trouble lors du stockage. L'extraction à chaud, bien que plus rapide, est plus coûteuse en énergie. De plus, les bitartrates sont extraits par la chaleur : une fois refroidi, ils précipiteront et l'extrait présentera un trouble. Pour obtenir des jus limpides, une clarification est possible. Au Venezuela, une clarification par collage à la gélatine suivi d'un filtrage a été mise en place (Merceron, 1997). Cependant, celle-ci modifie la couleur, l'arôme et la saveur du jus.

De par cette technologie, la boisson obtenue ne peut pas légalement être appelée « jus », puisqu'il s'agit en fait d'une extraction par diffusion. Le produit final est donc une solution de substances solubles, et non un jus de fruits. Ces boissons titrent entre 10 et 20 ° Brix et ont une acidité comprise entre 2 et 4 % (Grollier et *al.*, 1998). Le jus de tamarin est produit partout dans le monde, et peut être conditionné sous différentes formes (Tableau 6).

Tableau 10 : Exemples de différents conditionnements de jus de tamarins vendus dans le monde

Société productrice	Pays	Conditionnement	Packaging
Foco	Thaïlande	Canette	
Mont Pelé	Martinique	Brique en carton	
Dafruta	Brésil	Bouteille en verre	
Eoah	Madagascar	Doypack	

### 3.2.1.2 Autres produits agroalimentaires

Bien que le jus de tamarin soit le produit agroalimentaire le plus répandu, d'autres produits sont fabriqués au niveau industriel, tels que le concentré (ou pâte de tamarin), les friandises sucrés, les sirops ou les confitures.




Le concentré de tamarin est un des produits les plus utilisés. Il est fabriqué à partir de pulpe défibrée et égrainée diluée dans de l'eau bouillante puis concentrée à 60-70 ° Brix (Grollier et *al.*, 1998). Le concentré, dont la texture est entre celle d'une pâte et celle d'une confiture, est utilisé comme condiment pour parfumer les currys par exemple.

Dans les pays industrialisés, le tamarin entre dans la composition des sauces barbecue ou encore la sauce Worcestershire, condiment d'origine anglaise.

### 3.2.2 Usages industriels en pharmaceutique

La pulpe de tamarin a prouvé son intérêt dans la médecine traditionnelle (cf paragraphe « 3.1 Usages traditionnels de la pulpe de tamarin »). La médecine moderne s'est inspirée des vertus du fruit, et principalement à ses effets laxatifs (scientifiquement établis) et astringents pour l'élaboration de plusieurs médicaments et compléments alimentaires (Tableau 11).

Tableau 11 : Exemples de produits pharmaceutiques intégrant la pulpe de tamarin dans leur formulation

Nom du produit	Type de produit	Conditionnement	Application	Packaging
Tamarine®	Médicament	Gélules	Laxatif stimulant (propriétés laxatives)	
Transifine®	Complément alimentaire	Gélules	Confort digestif (propriétés laxatives)	
Delabarre®	Médicament	Crème gingivale	Douleurs liées à la poussée dentaire des nourrissons (propriétés astringentes)	

### 3.2.3 Usages industriels en cosmétique

La valorisation du tamarin par l'industrie cosmétique s'est faite récemment, par l'utilisation de la pulpe dans des produits destinés au soin du visage. L'acide tartrique contenu dans la pulpe permettrait l'élimination des impuretés et des cellules mortes et l'affinement du grain de peau des zones séborrhéiques (Clarins, 2011). Des exemples de produits cosmétiques à base de pulpe de tamarin sont présentés sur la Figure 1.

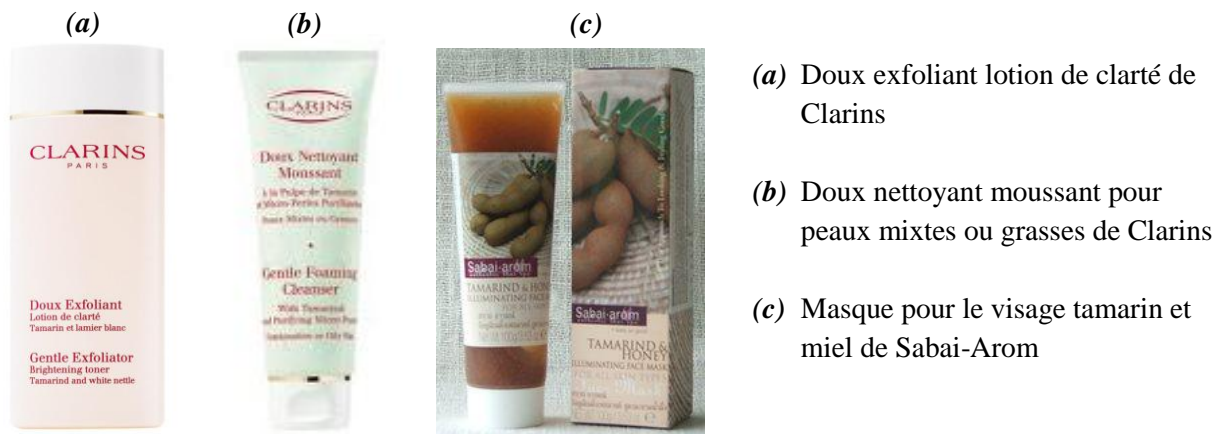


Figure 9 : Exemples de produits cosmétiques à base de pulpe de tamarin

### 3.3 Marché des produits à base de pulpe de tamarin

Comme c'est le cas pour le tamarin frais, l'exportation des produits à base de tamarin est dominée par les gros pays producteurs. Plusieurs raisons peuvent justifier l'absence des autres pays :

- Beaucoup de pertes sont dues à un manque de transfert de technologies entre pays producteurs pour la transformation des fruits et le stockage des produits.
- Certains produits transformés ne correspondent pas au niveau de qualité imposé par le marché international.

Pour la majorité des pays qui produisent et transforment le tamarin tels que l'Indonésie ou les pays d'Amérique Centrale, la vente des produits se fait à l'échelle nationale (jus, sauce, purée et pulpe de fruit).

Le plus gros pays exportateur de produit à base de pulpe de tamarin est l'Inde. En 2000, l'Inde exportait 7 000 tonnes de tamarin sec, dont 1 800 tonnes en Europe et 1 200 tonnes en Arabie Saoudite (El-Siddig et *al.*, 2006).

Comme c'est le cas pour le tamarin frais, les principaux importateurs de pulpe de tamarin sont le Royaume Uni, la France et les Etats Unis à des fins essentiellement pharmaceutiques.

## 4. Valorisation des sous-produits et potentialités

---

### 4.1. Valorisation de la graine de tamarin

Le tamarin est constitué de pulpe (30 %), de cosse (30 %) et de graines (40 %). La transformation de la pulpe génère une grande quantité de déchets qui peuvent être réduits grâce à la valorisation des sous-produits, et notamment les graines.

Traditionnellement, les graines broyées étaient déjà utilisées en médecine pour traiter les furoncles, la dysenterie, la diarrhée ou encore la jaunisse. Les graines entières servent à l'artisanat local, notamment pour l'élaboration de bijoux. Enfin, les populations indonésiennes utilisent l'huile extraite de la graine en tant que masque capillaire (El-Siddig et *al.*, 2006).

#### 4.1.1 En agroalimentaire

La principale voie de valorisation de la graine de tamarin est la transformation en poudre d'amande (ou Tamarind Kernel Powder, TKP) (Figure 10). Le matériel nécessaire à cette transformation (rôtissoire, décortiqueuse) est emprunté à l'industrie du riz. L'étape de décorticage est importante car l'enveloppe n'est pas comestible.

La poudre d'amande est composée principalement de 65 à 72 % (El-Siddig et *al.*, 2006) de polysaccharides non dispersables dans les solutions aqueuses et montrant un haut degré d'agrégation. Cette composition lui confère des propriétés gélifiantes. A concentrations égales, elle permet d'obtenir des pâtes plus visqueuses qu'avec l'amidon (Merceron, 1997).

Le gel obtenu dans un milieu sucré est comparable à celui créé par les pectines de fruits. Cependant, il permet une gélification à chaud ou à froid (Savur, 1948) et dans une large gamme de pH, incluant des pH basiques et neutres alors que les pectines nécessitent un milieu acide. De plus, elle peut supporter une ébullition lorsqu'intégrée dans des solutions neutres (El-Siddig et *al.*, 2006).

La TKP est surtout utilisée au Japon comme additif alimentaire épaississant et stabilisant. Cependant, son utilisation est plutôt limitée notamment en Europe de par sa mauvaise odeur due au rancissement des lipides, sa couleur terne, la présence de matières insolubles dans l'eau, sa biodégradabilité rapide altérant la qualité du produit final. Pour encourager l'utilisation de la TKP, la carboxyméthylation de la poudre serait un moyen d'améliorer la couleur et l'odeur des produits (Merceron, 1997). Ainsi, du fait de son abondance et son coût peu élevé, la TKP présente un fort potentiel pour le remplacement des pectines de fruits.

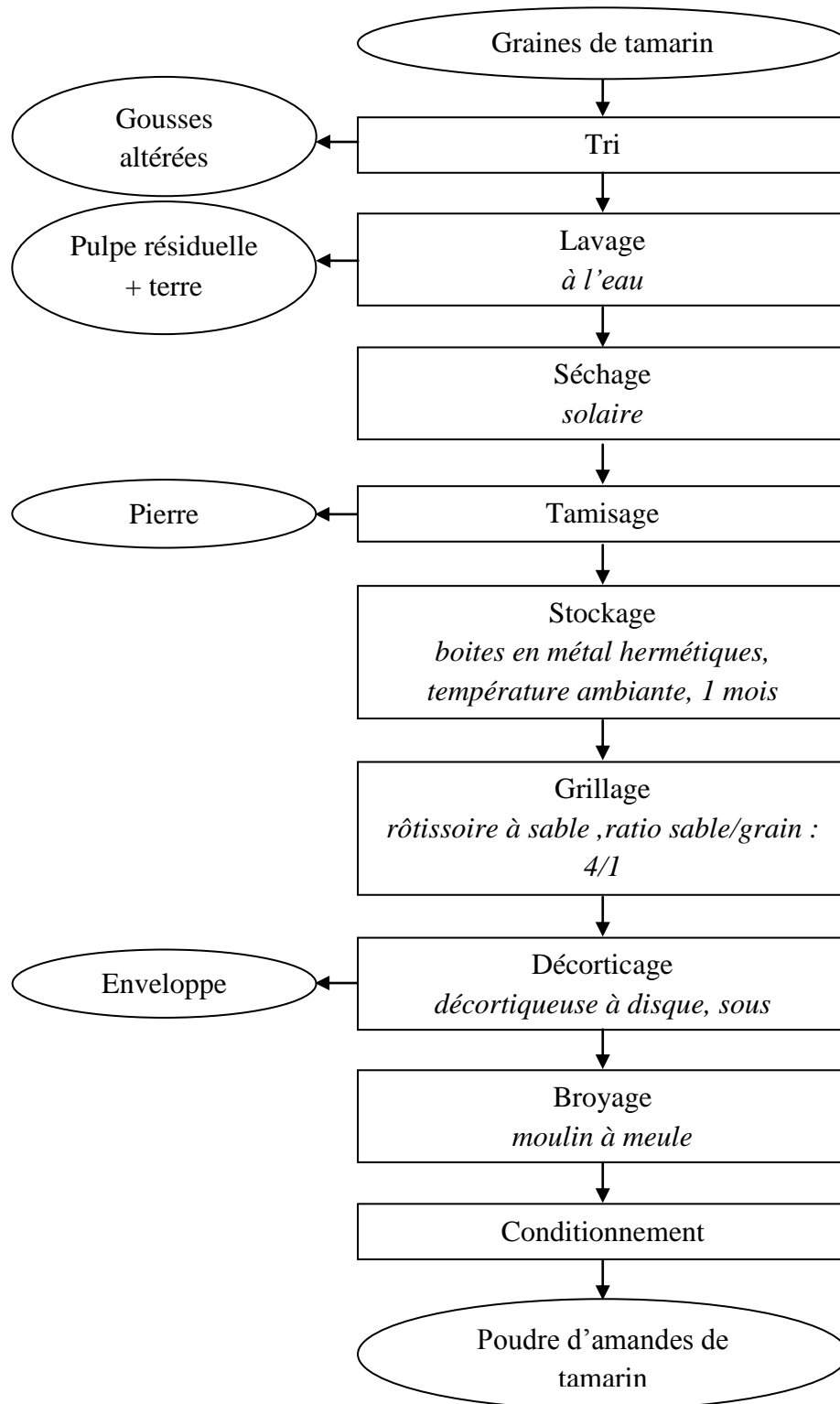


Figure 10 : Diagramme de fabrication de la poudre d'amandes de tamarin à partir de graines (Grollier et al., 1998)



### 4.1.2 En cosmétique

Tout comme la pulpe, la graine de tamarin est utilisée en cosmétique, pour ses propriétés réparatrices et régénérantes (Clarins, 2011). La Figure 11 présente deux exemples de produits à base de graines de tamarin.



Figure 11 : Exemples de produits cosmétiques à base de graines de tamarin : Crème haute exigence soir multi-intensive de Clarins (à gauche) et gel douche galbant exfoliant de Sen (à droite)

### 4.1.3 Autres utilisations

La poudre de graine de tamarin est également utilisée au niveau industriel en tant que durcisseur pour textile (Shankaracharya, 1998), liant dans l'industrie du contreplaqué, ou encore dans l'industrie du papier.

La graine de tamarin permet d'obtenir une huile de couleur ambrée sans odeur, présentant des similitudes avec l'huile de lin. Cette huile est utilisée dans les vernis, les peintures et les lampes à huile. Cette huile est comestible et serait même de « qualité culinaire » (Morton, 1987). Cependant, la transformation de la graine en huile est peu répandue car son contenu lipidique est faible (en moyenne  $6,7 \text{ g} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$  de matière sèche) (Grollier et al., 1998).

## 4.2. Marché des produits à base de graine de tamarin

Le principal pays producteur de TKP est l'Inde. En 2001, le pays a exporté 817 tonnes de poudre d'amande de tamarin dans le monde, dont 290 aux Pays-Bas, 100 en Italie et 20 en France (El-Siddig et al., 2006). Cette production se destine aussi bien aux industries locales et notamment l'industrie textile. L'entreprise leader sur le marché est Altrafine Gums (Altrafine Gums, 2007), située dans l'Etat du Gujarat.

### 4.3. Potentialités du tamarin

Le fruit du tamarinier présente des vertus intéressantes aussi bien au niveau alimentaire, médical ou cosmétique. La communauté scientifique continue à se pencher sur ce « fruit miracle » dont les potentialités notamment dans le domaine médicale sont diverses.

#### 4.3.1 Potentialités de la pulpe de tamarin

Garba et *al.* (2003) ont reporté l'intérêt de l'incorporation d'extrait de fruit de tamarin dans la nourriture. L'étude menée sur 6 volontaires humains a montré une augmentation significative de la biodisponibilité de l'ibuprofène, anti-inflammatoire non stéroïdien.

En 2000 et 2004, Khandare et *al.* montrent que le tamarin pourrait être un remède à la fluorose osseuse, condition qui résulte de l'accumulation excessive de fluor dans les os, entraînant des changements dans la structure des os et les rendant extrêmement fragiles et cassants. La pulpe de tamarin favoriserait l'élimination urinaire des fluorures.

#### 4.3.2 Potentialités de la graine de tamarin

Selon les études de Maiti et *al.* (2004) sur une population de rats, l'extrait aqueux de graines de tamarin serait efficace contre le diabète. La glycémie des rats a significativement réduit au bout de 7 jours.

Récemment, la médecine porte un autre intérêt aux polysaccharides purifiés issus de la graine de tamarin. Son utilisation en chirurgie ophtalmologique permettrait de favoriser l'adhésion des cellules conjonctivales et la cicatrisation des plaies de la cornée (Burgalassi et *al.*, 2000; Ghelardi et *al.*, 2000).

La graine présente un haut niveau de digestibilité en ce qui concerne les protéines. De plus, de par sa forte teneur en méthionine et cystine (en moyenne  $435 \text{ mg.g}^{-1}$  d'azote) (Grollier et *al.*, 1998) elle pourrait compléter les céréales et légumes pauvres en ces deux acides aminés. Ce produit serait alors une source de protéines peu chère pour tenter de réduire la malnutrition qui est répandue dans de nombreux pays (Siddhuraju et *al.*, 1995).

L'activité antioxydante de la graine de tamarin a été étudiée par Osawa et *al.* (1994). Ils ont démontré qu'un extrait alcoolique préparé avec l'enveloppe de la graine présente une activité antioxydante intéressante. Ceci a été confirmé par Luengthanaphol et *al.* en 2004. Ceci suggère que l'enveloppe de la graine, sous-produit de la transformation du tamarin n'étant pas encore valorisé, pourrait être une source d'antioxydants sûre et peu chère, même si d'autres plantes médicinales peuvent être plus efficaces (Ramos, 2003).

# Conclusion

---

Le tamarinier (*Tamarindus indica L.*) est un arbre à feuilles persistantes présent dans toutes les zones tropicales. Les utilisations traditionnelles de son fruit par les populations locales ont inspiré les industries alimentaire, pharmaceutique et cosmétique. Bien que l'arbre originaire d'Afrique, les produits manufacturés à partir de tamarin tels que les jus, condiments, bonbon pimentés viennent surtout d'Inde et d'Asie.

Les graines de tamarin, sous-produit de l'industrie transformant la pulpe, ont elles aussi été valorisées. La poudre d'amande obtenue par broyage possède des propriétés gélifiantes permettant des utilisations dans des domaines divers tels que l'agroalimentaire, la construction, la cosmétique, le textile ou l'industrie du papier. Le tamarin est un fruit aux ressources déjà exploitées, mais d'autres usages notamment en médecine sont envisagés par la recherche.

Le tamarin, fruit à la saveur à la fois acide et sucré et présentant des potentialités dans divers domaines pourrait être une matière première à développer, particulièrement vers les pays occidentaux où il est très peu connu.

# Bibliographie

---

Altrafine Gums (2007) *About us : Presentation of C.E.O.* [en ligne]. Disponible sur : [http://www.altrafine.com/profine\\_md\\_ceo.html](http://www.altrafine.com/profine_md_ceo.html)

Bougouma B (1981). *Valorisation du tamarin*. ENSIA Montpellier, 27 p.

Burgalassi, S., Raimondi, L., Pirisino, R., Banchelli, G., Boldrini, E. and Saettone, M.F. (2000) *Effect of xyloglucan (tamarind seed polysaccharide) on conjunctival cell adhesion to laminin and on corneal epithelium wound healing*. *European Journal of Ophthalmology*, 10(1): 71-76.

Clarins (2011). *L'herbier de Clarins* [en ligne]. Disponible sur : <http://fr.clarins.com/webapp/wcs/stores/servlet/HerbarumView?storeId=10001&catalogId=10203&langId=-2&index=T&ignoreClarinsAndMe=true&section=&subSection=> (consulté le 25.09.2011).

Coronel, R.E. and Verheij, E.W.M (1991) *Tamarindus indica L. In Plant Resources of South East Asia*, Wageningen, Pudoc. No.2. Edible fruits and nuts. (Eds.), PROSEA Foundation, Bogor, Indonesia: 298-301.

El-Siddig., Gunasena, H. P. M. Prasad B.A., Pushpakumara D.K.N.G., Ramana, K.V.R., Viyayanand P. and Williams J.T. (2006) *Fruits for the Future 1 – Revised edition - Tamarind (Tamarindus indica L)*. Monograph. 188p.

Garba, M., Yakasai, I.A., Bakare, M.T. and Munir, H.Y. (2003) *Effect of Tamarindus indica L on the bioavailability of ibuprofen in healthy human volunteers*. *European Journal of Drug Metabolism and Pharmacokinetics*, 28(3): 179-184.

Ghelardi, E., Tavanti, A., Celandroni, F., Lupetti, A., Blandizzi, C., Boldrini, E., Campa, M. and Senesi, S. (2000) *Effect of a novel mucoadhesive polysaccharide obtained from tamarind seeds on the intraocular penetration of gentamicin and ofloxacin in rabbits*. *Journal of Antimicrobial Chemotherapy*, 46(5): 831-834.

Grollier C., Debien C., Dornier M., Reynes M., *Principales caractéristiques et voies de valorisation du tamarin*, *Fruits* 53 (1998) 271–280.

Khandare, A.L., Kumar, P.U. and Lakshmaiah, N. (2000) *Beneficial effect of tamarind ingestion on fluoride toxicity in dogs*. *Fluoride*, 33(1): 33-38.

- Khandare, A.L., Kumar, P.U., Shankar, G., Venkaiah, K., and Laxmaiah, N., (2004) *Additional beneficial effects of Tamarind ingestion over defluoridated water supply to adolescent boys in a fluorotic area*, Nutrition, 20,433-436.
- Luengthanaphol, S., Mongkholkhajornsilp, D., Douglas, S., Douglas, P. L., Pengsopa, L., and Pongamphai, S. (2004) *Extraction of antioxidants from sweet Thai tamarind seed coat—preliminary experiments* J. Food Eng. 63, 247–252.
- Maiti, R., Jana, D., Das, U.K., Ghosh, D. (2004) *Antidiabetic effect of aqueous extract of seed of Tamarindus indica in streptozotocin-induced diabetic rats*, Journal of Ethnopharmacology 92(1): 85-91.
- Merceron F (1997). *Le tamarinier et ses sous-produits*. Ingénieur ESAT 2 systèmes agricoles et alimentaires, CNEARC Montpellier, 17 p.
- Morton, J. (1987) *Fruits of Warm Climates*. Miami FL: 115-121.
- Osawa, T., Tsuda, T., Watanabe, M., Ohshima, K. and Yamamoto, A. (1994) *Antioxidative components isolated from the seeds of tamarind (Tamarindus indica L)*. Journal of Agriculture and Food Chemistry, 42(12): 2671-2674.
- Ramos, A. Visozo, A., Piloto, J., Garcia, A., Rodriguez, C.A. and Rivero, R. (2003) *Screening of antimutagenicity via antioxidant activity in Cuban medicinal plants*. Journal of Ethnopharmacology, 87(2/3): 241-246.
- Salim, A., Simons, A., Waruhin, A. and Orwa, C. (1998) *Agroforestry Tree Database: A tree species reference and selection guide and tree seed suppliers directory*. International Council for Research in Agroforestry, PO Box 30677, Nairobi, Kenya.
- Savur, G.R. (1948) *Isolation and Characterization of Tamarind seed polysaccharide*. Journal of Biochemistry, 199: 501-509.
- Sidduhuraju, P., Vijayakumari, K. and Janardhanan, K. (1995) *Nutritional and antinutritional factors of the under-exploited legumes, Cassia laevigata Willd. And Tamarindus indica L*. Journal of Food Composition and Analysis, 8: 351-362.
- Shankaracharya, N.B. (1998) *Tamarind - Chemistry, Technology and Uses - a critical appraisal*. Journal of Food Technology, 35(3): 193-208.

# Table des illustrations

---

## ○ Figures

Figure 1 : Planche botanique de <i>Tamarindus indica</i> , photos du tamarinier et de sa fleur.....	3
Figure 2 : Compartimentation du tamarin .....	4
Figure 3 : Régions de l'Inde où est cultivé le tamarin.....	9
Figure 4 : Evolution de la production de tamarin entre 2000 et 2005, Inde Andhra Pradesh (El-Siddig et al., 2006).....	9
Figure 5 : Evolution de la production de tamarin entre 2000 et 2005 ; Inde, Karnataka (El-Siddig et al., 2006) .....	9
Figure 6 : Evolution de la production de tamarin entre 2000 et 2005 ; Inde, Kerala (El-Siddig et al., 2006).....	9
Figure 7 : Evolution de la production de tamarin entre 1985 et 1995, Thaïlande (El-Siddig et al., 2006) .....	10
Figure 8 : Diagramme de fabrication de jus de tamarin pasteurisé à partir de fruits entiers (Grollier et al., 1998).....	14
Figure 9 : Exemples de produits cosmétiques à base de pulpe de tamarin .....	17
Figure 10 : Diagramme de fabrication de la poudre d'amandes de tamarin à partir de graines (Grollier et al., 1998).....	19
Figure 11 : Exemples de produits cosmétiques à base de graines de tamarin : Crème haute exigence soir multi-intensive de Clarins (à gauche) et gel douche galbant exfoliant de Sen (à droite) .....	20

## ○ Tableau

Tableau 1 : Exemples de noms vernaculaires attribués au tamarinier selon le pays de production et les dialectes qui y sont parlés .....	2
Tableau 2 : Principaux composés de la matière sèche de pulpe de tamarin.....	4
Tableau 3 : Principales vitamines contenues dans la matière sèche de pulpe de tamarin.....	5
Tableau 4 : Principaux minéraux contenus dans la matière sèche de pulpe de tamarin .....	5
Tableau 5 : Principaux composés responsables de l'arôme de la pulpe de tamarin .....	6
Tableau 6 : Principaux composés de la graine de tamarin, de l'amande et de l'enveloppe .....	6
Tableau 7 : Teneur en acides aminés de la graine.....	7
Tableau 8 : Principaux éléments minéraux de la graine.....	7
Tableau 9 : Gros et petits producteurs de tamarin (non exhaustif) (El-Siddig et al., 2006) ....	10
Tableau 10 : Exemples de différents conditionnements de jus de tamarins vendus dans le monde.....	15
Tableau 11 : Exemples de produits pharmaceutiques intégrant la pulpe de tamarin dans leur formulation .....	16