



HAL
open science

Le manguier : intérêt pour la phytothérapie

Christina Goulhot

► **To cite this version:**

Christina Goulhot. Le manguier : intérêt pour la phytothérapie. Sciences pharmaceutiques. 1996.
dumas-01860712

HAL Id: dumas-01860712

<https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-01860712>

Submitted on 23 Aug 2018

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

AVERTISSEMENT

Ce document est le fruit d'un long travail approuvé par le jury de soutenance et mis à disposition de l'ensemble de la communauté universitaire élargie.

Il n'a pas été réévalué depuis la date de soutenance.

Il est soumis à la propriété intellectuelle de l'auteur. Ceci implique une obligation de citation et de référencement lors de l'utilisation de ce document.

D'autre part, toute contrefaçon, plagiat, reproduction illicite encourt une poursuite pénale.

Contact au SID de Grenoble :
bump-theses@univ-grenoble-alpes.fr

LIENS

Code de la Propriété Intellectuelle. articles L 122. 4

Code de la Propriété Intellectuelle. articles L 335.2- L 335.10

<http://www.cfcopies.com/juridique/droit-auteur>

<http://www.culture.gouv.fr/culture/infos-pratiques/droits/protection.htm>



D 115 017979 9

UNIVERSITÉ Joseph FOURIER - GRENOBLE I
Sciences Technologie Médecine

1^{er} exemplaire

U.F.R. de PHARMACIE

Domaine de la Merci - LA TRONCHE

ANNEE : 1996

N° d'ORDRE : 7030

TITRE DE LA THESE

LE MANGUIER : INTERET POUR LA PHYTOTHERAPIE

THESE

Présentée à l'Université Joseph FOURIER - GRENOBLE 1
pour obtenir le grade de : DOCTEUR EN PHARMACIE

Par

Melle Christina GOULHOT

[Données à caractère personnel]

Cette thèse sera soutenue publiquement le 16 SEPTEMBRE 1996

Devant : Madame le Professeur A.M. MARIOTTE - Président du Jury
Madame A. VILLET - Maître de conférences
Madame C. LATTARD - Docteur en Pharmacie



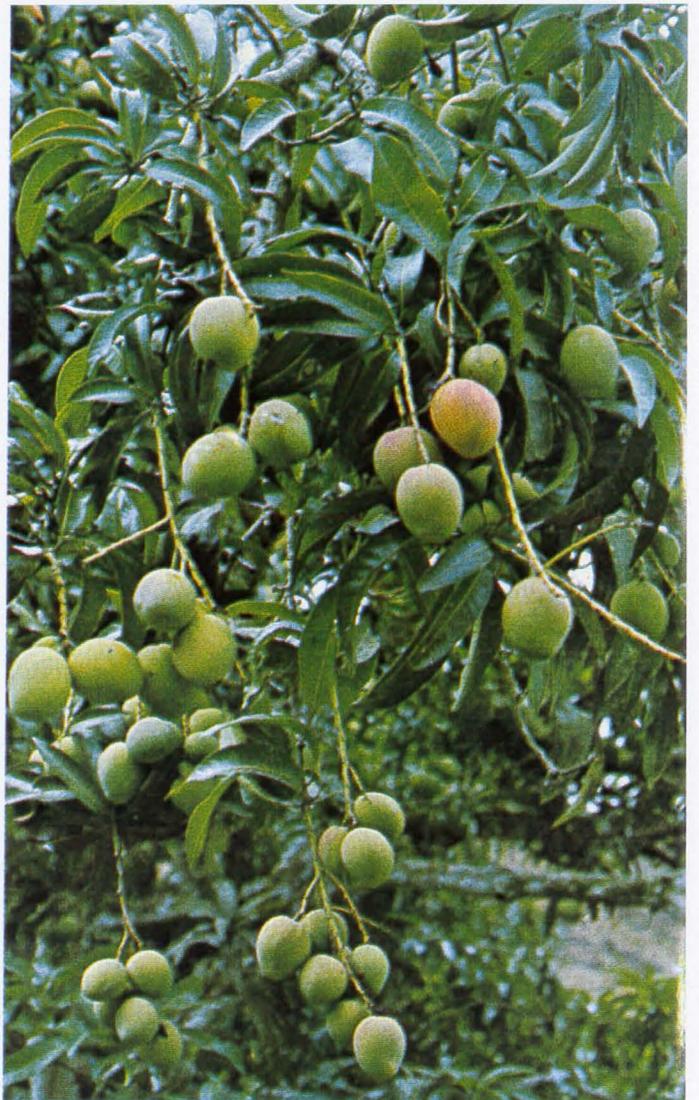
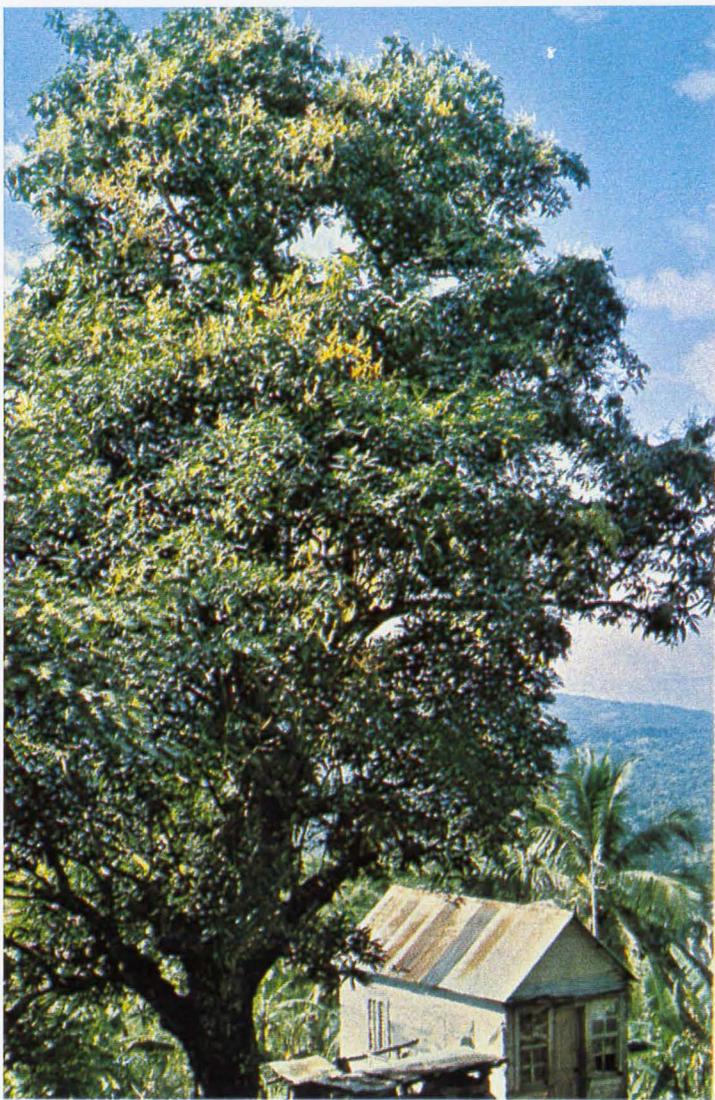
A Claude

A ma mère

A ma famille ainsi qu'à mes amis

A Madame Mariotte qui a guidé ce travail

A Madame Lattard, Anne-Laure et Valérie pour leur soutien



SOMMAIRE

	Page
I. INTRODUCTION	7
II. BOTANIQUE	9
II.1. Historique	10
II.2. Etude botanique	16
II.2.1. Description	16
II.2.2. Développement et propagation	27
II.2.3. Facteurs d'influence	28
III. ETUDE CHIMIQUE	30
A. Feuille	31
I. Tanins	31
II. Flavonoïdes	35
III. Xanthones et précurseurs	37
IV. Acides, acides aminés et sucres	42
V. Terpènes	44
B. Ecorce	46
I. Acides phénols et tanins	46
II. Flavonoïdes	47
III. Biflavone	49
IV. Coumarine	50
V. Xanthones	51
VI. Chromones	52
VII. Acides aminés	52
VIII. Acides	54
IX. Sucres	54
X. Terpènes	54
X.1. Saponines	55
X.2. Triterpènes	57

C.	Fruit	62
	I. Tanins	62
	II. Flavonoïdes	63
	III. Anthocyanosides	63
	IV. Xanthones	63
	V. Sucres	64
	VI. Acides organiques	64
	VII. Protéines	64
	VIII. Teneur en eau	67
	IX. Vitamines	67
	IX.1. Vitamines hydrosolubles	67
	IX.2. Vitamines liposolubles	67
	X. Lipides	69
	XI. Composés aromatiques	73
D.	Fleur	84
	I. Méthodes d'extraction et identification	84
	II. Résultats	84
	II.1. Polyphénols	84
	II.2. Xanthones	86
	II.3. Sucres et acides aminés	87
	II.4. Stéroïdes	87
E.	Graine	89
	I. Hydrates de carbone	89
	II. Lipides	89
	III. Protéines et acides aminés	94
	IV. Tanins	94
	V. Divers	95
	VI. Vitamines	95
	VII. Acide hydrocyanique	95
	VIII. Différentes utilisations envisagées	95
F.	Latex	97
	I. Composés divers	97
	II. Alkényl résorcinol	97
	III. Remarque	98
G.	Résine	99

IV. PHARMACOLOGIE	100
A. Activité cardiovasculaire	101
I. Mangiférine	101
II. Extrait aqueux de feuilles et tiges	102
III. Extrait alcoolique de feuilles	102
IV. Amande	103
V. Pulpe	108
VI. Récapitulatif	109
B. Activité antibactérienne	110
I. Mangiférine	110
II. Extrait aqueux de feuilles	110
III. Extrait d'amande	113
IV. Extrait alcoolique d'écorce de tige	114
V. Extrait aqueux d'écorce de tige	115
C. Activité antifongique	121
I. Extrait d'amande	121
II. Extrait alcoolique d'écorce de tige	121
D. Activité antiparasitaire	124
I. Evaluation de l'activité antiparasitaire	124
II. Résultats	124
E. Activité anti-inflammatoire	125
I. Extrait aqueux de feuilles	125
II. Extrait alcoolique d'amande	125
F. Activité anti-tumorale	129
I. Extrait alcoolique d'écorce	129
II. Mangiférine	130
II.1. Activation des lymphocytes	130
II.2. Activation des macrophages	132
G. Activité antivirale	138
I. Méthodes d'études	138
II. Résultats et discussion	139
H. Lutte contre la carence en vitamine A	140
I. Rôles de la vitamine A	140
II. Biodisponibilité	142
III. Place de la mangue dans la lutte contre l'avitaminose A	142
IV. Conclusion	142

V. UTILISATIONS	143
I. Introduction	144
II. Diverses utilisations en fonction des pays	144
III. Récapitulatif	147
IV. Conclusion	148
VI. TOXICOLOGIE	149
I. Introduction	150
II. Dermatite	150
III. Réaction anaphylactique	151
IV. Divers	152
VII. CONCLUSION	153
VIII. BIBLIOGRAPHIE	158

I. INTRODUCTION

Le manguier appartient à la famille des Anacardiaceae.

Il s'agit d'une plante quatre fois millénaire d'origine certainement indo-birmane. Elle est restée très longtemps limitée à l'Inde mais on la trouve actuellement dans les régions tropicales et sub-tropicales de tous les continents (Singh - 1960).

La mangue est actuellement le deuxième fruit tropical en terme de production, juste après la banane (Pilar Cano - 1994).

C'est l'Inde qui est le plus gros producteur, suivi du Mexique, Brésil, Indonésie, Haïti, Chine et Philippines (Brekke - 1992).

Il existe plusieurs centaines de variétés possédant chacune des caractéristiques de goût, d'odeur et de consistance. C'est en Inde que l'on retrouve le plus grand nombre de variétés. Les quatre variétés les plus commercialisées sont les variétés Alphonso (Inde), Dusehri (Inde), Carabao (Philippines) et Haden (U.S.A.).

Le manguier est cultivé pour son fruit mais les différentes parties de l'arbre trouvent également d'autres utilisations par les populations locales.

L'arbre peut être utilisé pour son bois ou comme plante d'ornement dans les villes et les jardins mais surtout, il est utilisé en médecine traditionnelle.

Bien que la médecine occidentale soit dispensée dans les pays du Tiers-Monde, l'usage des plantes médicinales subsiste toujours, surtout dans les régions rurales où l'automédication représente un aspect très important des soins primaires de santé (A. Le Grand - 1987).

Le nouvel intérêt dont jouissent les médecines traditionnelles pousse les chercheurs à s'intéresser aux constituants chimiques du manguier et à ses activités pharmacologiques, confirmant ainsi certaines utilisations traditionnelles, probablement millénaires et mettant en évidence certains potentiels non exploités.

Ce sont ces différents aspects que nous traiterons dans notre travail de thèse afin de définir l'intérêt du manguier en phytothérapie.

II. BOTANIQUE

La mangue est considérée comme étant le fruit le plus populaire en Orient, particulièrement en Inde. De par la nature solide de l'arbre, le faible coût de maintenance et sa production abondante, il est connu pour être le fruit du pauvre.

1. HISTORIQUE (Singh - 1960 et Kosterman - 1993)

Le manguier semble être originaire de la région indo-birmane. C'est l'un des arbres tropicaux les plus anciens.

La mangue est le fruit le plus ancien de l'Inde et son histoire est liée très intimement à la religion hindoue. La poésie sanscrit est pleine d'éloges pour la fleur et le fruit du manguier.

Le Pancha Pallava ou l'association de cinq brins de manguier est utilisé par les Indous lors de diverses cérémonies.

Les fleurs du manguier sont indispensables pour le culte de Saraswati (déesse de la sagesse) et de Shiva. Le manguier était l'arbre de Surya-Deva, le dieu Soleil (Penso - 1986).

Des guirlandes de feuilles de manguier sont utilisées en décoration lors de presque toutes les cérémonies et manifestations hindoues.

Les branches séchées du manguier servent à allumer le feu sacré lors de différents rituels.

Le manguier était donc tenu en grande estime dans l'Inde Ancienne et l'est toujours actuellement.

La mangue était tellement associée à la culture dans l'Inde ancienne que ses synonymes en Sanscrit (amra, chuta, sahakara et Rosala) étaient fréquemment utilisés pour traduire les qualités d'objets ou d'humains. Ainsi par exemple les plantes possédant un parfum similaire à celui du manguier étaient désignées comme amra-gandhaka (parfum de mangue).

Hommes et femmes de rangs sociaux différents y associaient leurs noms. L'une des plus fameuses courtisanes de Vaishili s'est prénommée elle-même amra-pala ou amra-pali.

La femme qui présenta le bosquet de manguiers à Boudha était connue sous le nom de Amra-dariki.

Certaines sectes religieuses et Ragas (partition musicale) se prénomment respectivement amra-takesvara et amra-panchama.

L'attrait des Indiens pour le manguier et son fruit n'était pas seulement dû à des considérations religieuses mais également dû à son importance du point de vue économique et culturel.

Am qui est la forme vernaculaire du Sanscrit de Amra signifie en Indou le peuple. Son appellation en Sanscrit implique donc que la mangue est le fruit du peuple. De ce fait toutes les parties de l'arbre sont utilisées en même temps que le fruit, notamment les branches qui étaient dotées de vertus prophylactiques contre les maladies (Penso - 1986).

L'association du manguier avec la mythologie et les rites hindous, permet aux différents auteurs de situer l'existence du manguier il y a environ 4000 ans. Cette hypothèse est liée au fait que l'hindouisme est apparu à cette période.

Certains faits historiques permettent de suivre la trace de ce fruit :

Alexandre le Grand (327 av. J.C.) aperçut des manguiers dans la vallée de l'Indus. Il s'agissait certainement de la première fois qu'un étranger voyait cet arbre. Plus tard Huien T'Sang (632-45) et Ibn Hankal (902-68) lors de leur voyage mentionnèrent le fruit dans leurs notes sous le nom de "an-mo-lo" et "ambag" respectivement.

Huien T'Sang est vraisemblablement le premier auteur à porter le fruit sur ses notes et ainsi à le faire connaître en dehors de l'Inde.

Ces visites furent suivies par celle de Ibn Batuta (1325-29) qui décrit le manguier comme ressemblant à l'oranger en plus grand et plus feuillu.

Jordanus (1330) nomme le manguier dans ses notes "amba".

Nicolas Conti (1419-44) fait mention du fruit et indique qu'il se développe bien à Malabar, au sud de l'Inde.

Le nom "mango" (Tamil) date de la présence des Mongols en Inde.

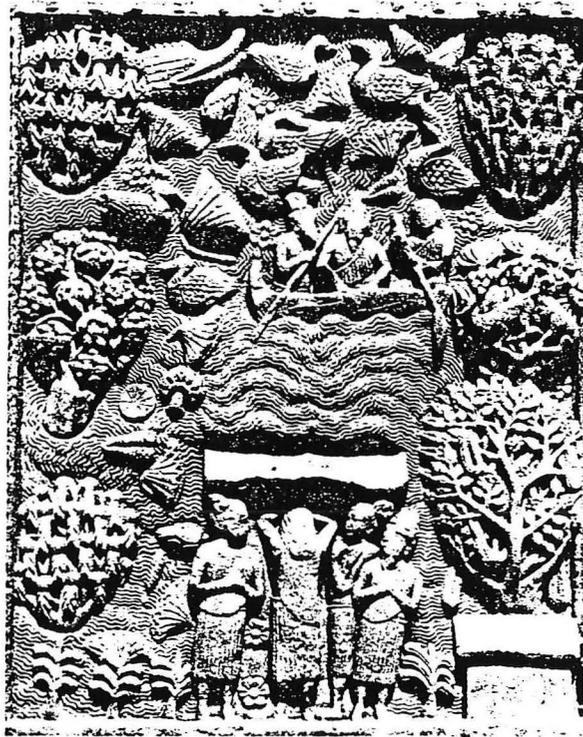
Au 16ème siècle Akbar le Grand (1556-1605) appréciait tellement le fruit qu'il fit planter 100.000 arbres, le fameux "Lakh Bagh" près de Darbhanga, plantation dont il reste encore des traces.

Cette période doit marquer le commencement de la sélection de variétés supérieures ainsi que la culture sous forme de plantations. Actuellement un grand nombre de variétés ont gardé le nom musulman : Humayuddin, allampur baneshan, kudaratulla et safdar pasand.

Avec l'ouverture de la voie maritime entre l'Inde et les pays de l'ouest, la mangue devint familière aux populations de ces pays où elle fut intégrée par la plupart d'entre elles.

Le premier pays où le manguier fut introduit est la Malaisie et les pays voisins de l'Asie du Sud-Est par les Indiens voyageant par bateau pendant la période bouddhiste (4ème ou 5ème siècle av. J.C.).

Le manguier est introduit dans l'archipel des Philippines par des missionnaires et les pirates entre 1400 et 1450.



Autour d'une barque qui navigue sur un lac où nagent des canards et poussent des fleurs de lotus et de plantain, on voit des arbres : à gauche, de haut en bas, une *Saraca indica* L., en fleurs, une *Mangifera indica* L., une *Saraca indica* L. avec des fruits ; à droite, de haut en bas, un *Phyllanthus emblica* L., phyllanthe ; un *Ficus religiosa* L. et un *Ficus racemosa* L.

Fig. 1 : (Penso 1986) Bas relief de Sauchi Stupa (1er siècle av. J.C.)

Lors de la période médiévale les contacts entre l'Inde et les pays de l'ouest ont permis l'importation du manguier comme beaucoup d'autres fruits tropicaux et épices. Les Portugais furent les premiers à établir des contacts commerciaux avec l'Inde et importèrent la plante et sa graine de Goa (Inde) en Afrique de l'Est puis en Afrique de l'Ouest. De là, la plante s'est étendue dans les pays adjacents.

Il a été rapporté que des manguiers étaient cultivés en Somalie en 1331, au Yémen à la fin du 18ème siècle et aux Canaries et aux Açores au 19ème siècle. Le manguier atteignit également l'Angleterre où il fut cultivé sous serre avec succès en 1690. Quelques arbres donnèrent des fruits à Kew Gardens en 1808. On trouve sa trace à Lisbonne au milieu du 18ème siècle, en Italie du Sud en 1905 et au Queensland aux environs de 1870.

Les Portugais furent également les premiers à introduire la mangue au Brésil au début du 18ème siècle d'où elle s'étendit jusqu'aux Barbades et aux Antilles vers 1742.

L'introduction à la Jamaïque en 1782 se fait à la suite de la capture d'un bateau français voguant de l'île Maurice à Haïti par un capitaine anglais. Ce bateau contenait entre autres, plantes et graines d'espèces variées. La Jamaïque est actuellement très riche en cultures de manguiers.

L'introduction de la mangue au Mexique a été réalisée par les Espagnols reliant Manille et Acapulco avant 1779 et à partir des Antilles au 19ème siècle.

Du Mexique le manguier s'étendra à Hawaï et au Costa Rica.

La première tentative d'introduction aux U.S.A. a été réalisée par Henry Perrine en Floride en 1833 à partir d'une plante provenant du Mexique. Ce fut un échec. Il faudra attendre 1877 pour que la mangue soit cultivée avec succès sur le côté Ouest de la Floride. La mangue est actuellement un fruit très populaire en Floride et en Californie.

La mangue fut introduite en Egypte en 1825 à partir de Bombay. Elle est actuellement très fortement cultivée et la plupart des variétés égyptiennes sont d'origine indienne.

En Palestine, la culture de la mangue date de 1933 à partir de graines d'origine égyptienne. Depuis, différentes variétés provenant d'Egypte, Java, Afrique du Sud et Floride sont cultivées avec succès.

La mangue est donc restée très longtemps spécifique à l'Inde puis à l'Asie du Sud-Est. L'extension de la plante était limitée par le fait que la graine perd rapidement sa période de germination si de bonnes conditions d'humidité et de température ne sont pas maintenues.

Elle est maintenant présente dans tous les pays tropicaux et est cultivée avec une intensité croissante dans le sud-est des U.S.A., l'Amérique Centrale et l'Amérique du Sud, Hawaï et toute la zone des Caraïbes, en Asie du sud-est, aux Philippines, en Australie, en Afrique de l'est et du sud, en Egypte et en Israël (cf. fig. 2).

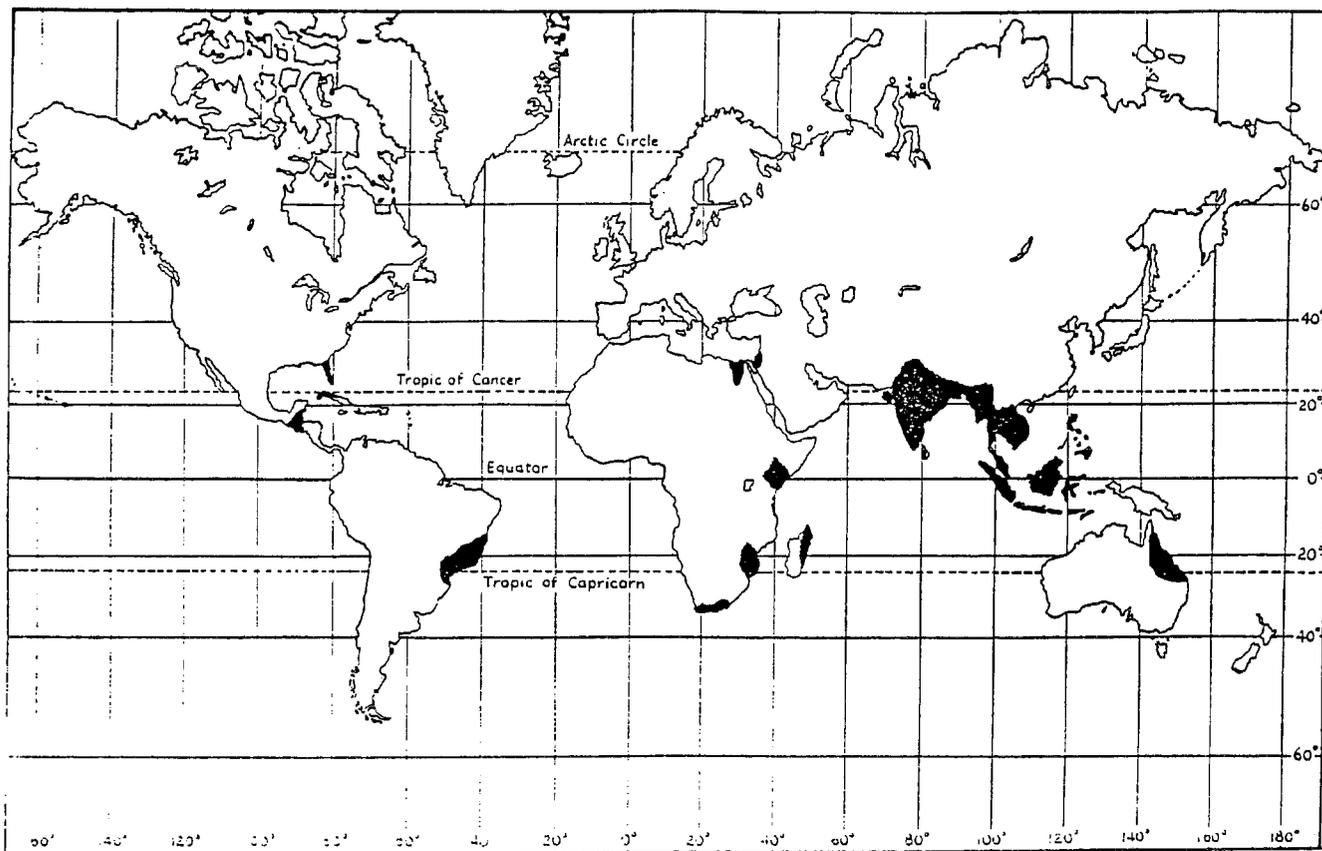


Fig. 2 : (Singh 1960) Zones de production intense du manguier

Nomenclature

Au 16ème siècle, le nom "mangas" a été utilisé par Garcia da Orta (1563) dans son "Colloquies on simples and drugs of India" pour décrire le manguier. C'est de ce nom que sont dérivés les termes anglais et le nom botanique.

C'est Bontius (1658) qui invente le nom *Mangifera* signifiant arbre portant des mangues. *Mangifera indica* L. signifie littéralement "plante indienne portant des mangues".

2. ETUDE BOTANIQUE (Singh - 1960 et Kosterman - 1993)

Le manguier (*Mangifera indica* L.) appartient à la famille des Anacardiaceae (Dicotylédones) qui est représentée par 64 genres, la plupart étant des arbres ou des arbustes dont certains sont toxiques.

Genre *Mangifera* :

Ce sont des arbres grands à très grands à feuilles persistantes. Kostermans (1993) décrit 69 espèces appartenant au genre *Mangifera*. La mangue commune "*Mangifera indica* L." présente à elle seule plusieurs centaines de variétés. Les feuilles sont toujours alternées, pétiolées, exstipulées, entières et coriaces. Les fleurs sont petites et disposées en panicules. Le fruit est une drupe charnue englobant un noyau aplati et fibreux.

La graine est large. Les cotyledones sont plano-convexes, inégaux et lobés.

***Mangifera indica* L. :**

Il s'agit de l'espèce la plus importante et la plus largement distribuée. Le manguier possède une racine pivot très longue, même chez la jeune plante, qui s'allonge considérablement en ne se ramifiant pratiquement pas. L'élongation de la racine se prolonge jusqu'à ce qu'elle atteigne une nappe d'eau. Après cette phase d'élongation, la racine commence à se développer, à se ramifier et forme un réseau dense juste sous le niveau du sol (cf. fig. 3).

La partie aérienne de l'arbre se développe avec une structure ramifiée. L'arbre possède un feuillage persistant et dense. Certains arbres peuvent atteindre de grandes dimensions (40 m de hauteur et 7 m de circonférence).

1. Description

Ecorce

Elle est épaisse et rugueuse et présente des petites fissures. L'épaisseur de l'écorce peut atteindre 20 cm. La couleur est habituellement gris foncé, presque noir.

L'écorce exude une résine.



Fig. 3 : (Singh 1960) Racine pivot de *Mangifera indica* L.

Feuille

Elle est simple, alternée et extipulée, assez rigide.

La feuille est rainurée sur la face supérieure. La forme est très variable : ovale lancéolée, lancéolée, oblongue, linéaire oblongue, ovale, obovale-lancéolée, ou ronde ovale (cf. fig. 4).

Le sommet de la feuille peut être acuminé à presque rond.

La marge est généralement entière. Elle peut être ondulée, formant des vagues, rarement torsadée ou pliée (cf. fig. 5).

La longueur peut aller jusqu'à 30 cm et la largeur à 7 cm. Le pétiole a une longueur d'environ 5 cm. La nervation est pennée et les nervures secondaires sont proéminentes.

La face supérieure est brillante et vert foncé alors que la face inférieure est glabre et vert clair.

La couleur des feuilles évolue avec le temps, passant lentement de la couleur rouge cuivrée (jeunes feuilles) à verte.

Inflorescence

Les inflorescences sont paniculées. Les panicules sont constamment pyramidales ou coniques. Le pédoncule est court ou très court. Le panicule comporte un axe principal portant de nombreux axes secondaires. Les axes secondaires supportent des cymes de 3 fleurs. Des branchements tertiaires peuvent exister supportant eux-mêmes des cymes de 3 fleurs (cf. fig. 6).

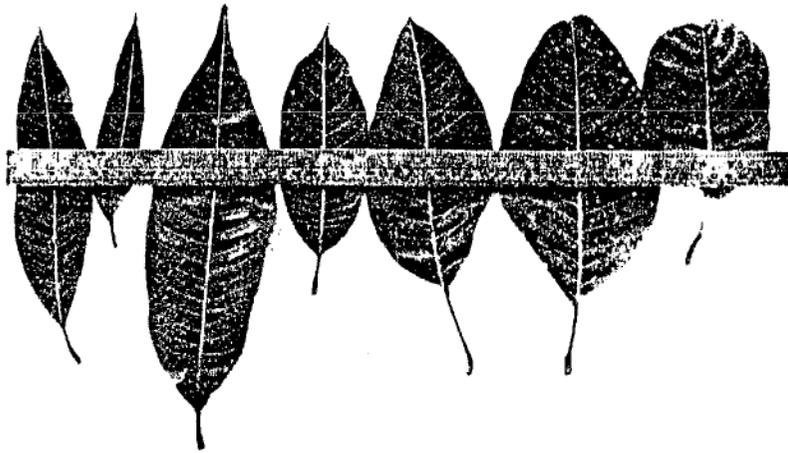
Fleur

Elle est disposée en panicules. Le nombre de fleurs par panicule varie de 1000 à 6000.

Les fleurs sont petites, jaune verdâtre ou rose et charnues à la base. Elles sont odorantes et mellifères.

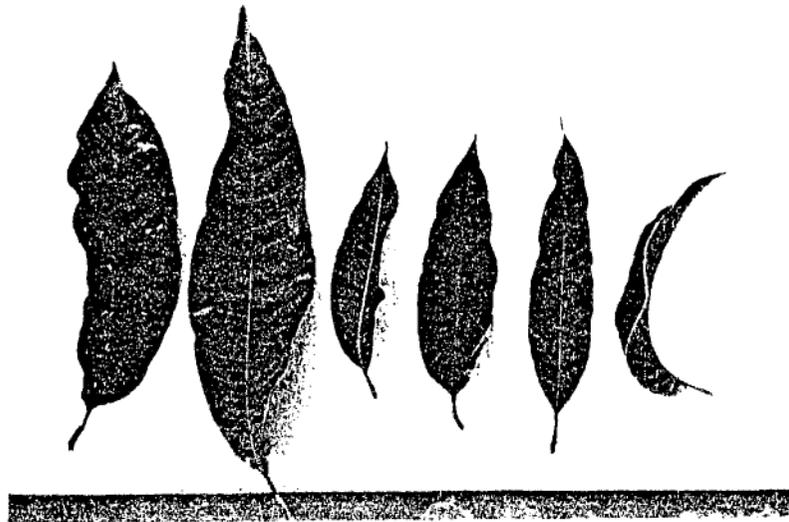
Sur le même panicule se trouvent des fleurs hermaphrodites et des fleurs mâles. Habituellement ce sont les fleurs mâles que l'on trouve en plus grandes quantités. La taille des deux types de fleurs varient de 6 à 8 mm de diamètre. Elles sont sessiles, rarement pédicelées (cf. fig. 7).

Le calice est généralement séparé en 5 parties.



(a) Variations in the mango leaf. *Left to right*: lanceolate, oval-lanceolate, oblong, ovate, obovate-lanceolate, roundish oblong.

Fig. 4 : (Singh 1960) Variation de la forme des feuilles de *Mangifera indica* L.



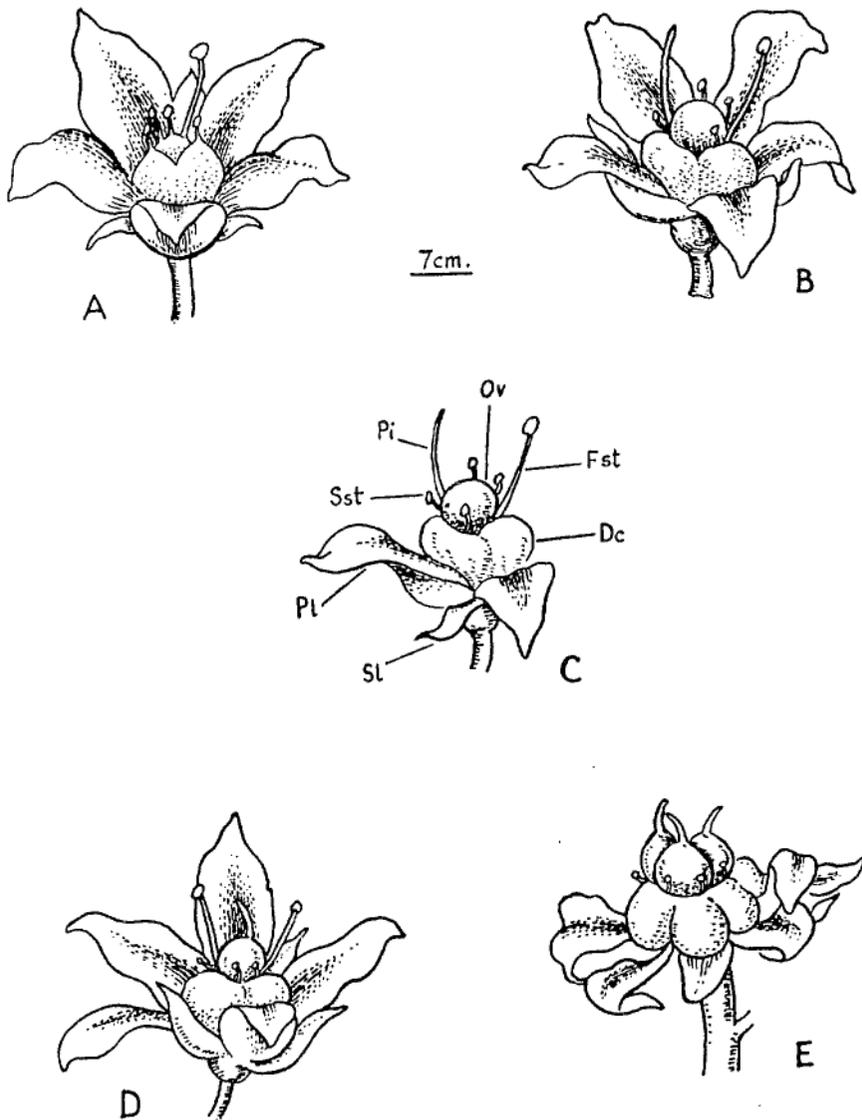
(b) Variations in mango leaf-margin: twisted, wavy, and folded

Fig. 5 : (Singh 1960) Variation de la marge des feuilles de *Mangifera indica* L.



Mangifera indica L.

Fig. 6 : (Singh 1960) Inflorescence du manguier



Mango flowers. A, male flower; B, hermaphrodite flower; C, parts of a flower: Sl = sepal, Pl = petal, Dc = disc, Fst = fertile stamen, Sst = sterile stamen, Pi = pistil, Ov = ovary; D, a hermaphrodite flower with two fertile stamens; E, a flower showing three carpels.

Fig. 7 : (Singh 1960) Les fleurs du manguier

La corolle est formée de 5 pétales jaune pâle (rarement 4 à 8), qui sont deux fois plus longues que le calice et qui contiennent 3 à 5 stries sur la face ventrale. Les stries sont légèrement foncées. La partie supérieure et la marge du pétale sont blanches. En se fanant les pétales deviennent rosés. Entre la corolle et l'androcée on observe la présence d'un disque formé de 5 lobes.

L'androcée est constitué par des étamines et des staminodes (étamines qui avortent ou deviennent stériles) au nombre de 5. Une, rarement deux, sont fertiles et le reste est stérile (cf. fig. 7). Toutes les étamines sont insérées sur la marge intérieure du disque. La position de l'étamine fertile et du pistil peut être parallèle ou oblique. Les étamines fertiles sont plus longues que les staminodes et sont presque égales à la longueur du pistil.

La couleur des anthères est rose virant au pourpre au moment de la pollinisation.

Les grains de pollen ont des formes variables, généralement oblongue ovale, avec une taille variant de 20 à 35 μ .

L'ovaire est sessile, uniloculaire, oblique et légèrement aplati. Il est placé sur un disque.

L'ovule est anatrophe et pendulaire.

Les bourgeons de fleurs apparaissent sous la forme de panicules rudimentaires dès la deuxième moitié de janvier et poursuivent leur développement jusqu'en février dans les conditions climatiques indiennes mais la période de floraison varie en fonction du climat :

- Ex. : - nord de l'Inde : février à mars
- Amérique : janvier à mars
- Philippines : décembre à janvier.

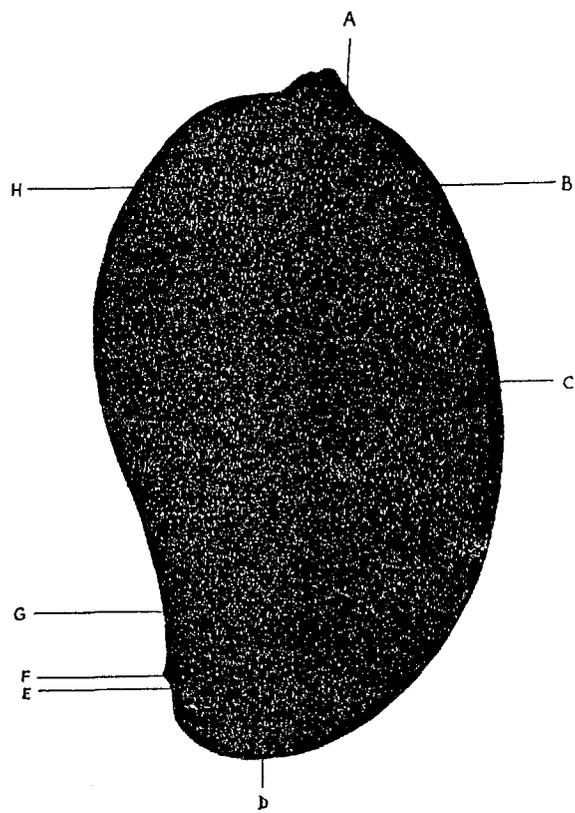
Les fleurs commencent à s'ouvrir longtemps avant que les panicules soient complètement formés.

La deshiscence se produit invariablement une fois que les fleurs sont ouvertes. Après la dehiscence, les anthères prennent une couleur bleue due au pollen.

Fruit

Le fruit est une drupe charnue, légèrement aplatie latéralement. Sa taille, couleur, forme, présence de fibres, odeur et goût varient de façon considérable. Il existe de très nombreuses variétés (cf. liste pp. 24, 25, 26).

La mangue est caractérisée par la présence d'une petite projection conique se développant latéralement sur le bout proximal du fruit. Cette projection est connue sous le nom de bec. Un large sinus est toujours présent juste au-dessus du bec (cf. fig. 8). La zone des pistils se trouve près de la base du bec. La forme du fruit varie de ronde à ovale oblongue.



A mango fruit. A, basal sinus; B, dorsal shoulder; C, back; D, apex; E, *nak*; F, beak; G, sinus; H, ventral shoulder.

Fig. 8 : (Singh 1960) Le fruit du manguier

Liste des plus importantes variétés indiennes de mangues (Singh 1960)

LIST OF IMPORTANT INDIAN VARIETIES

NORTH INDIA

UTTAR PRADESH

Alphan	Langra
Aman Khurd Bulandbagh	Latif Aliwala
Amin Mr. Ford	Mandraji
Anfas	Mithawa Ghazipur
Asaujan	Mithawa Sundersshah
Asaujia Deoband	Mombasa
Aziz Pasand	Naspati
Badrul Asmar	Naudha Inayat Khan
Banglawala	P.S. Special No. 1
Baramasi	P.S. Special No. 4
Benazir Kalan	Rajawala
Bombay Green	Ramkela
Bombay Yellow	Rataul
Calcutta Amin	Safeda Gola
Dashehari	Safeda Lucknow
Durgilal Bhadayan	Safeda Malihabad
Fajari Gola	Samar Bahisht Alibagh
Fajari White	Samar Bahisht Chausa
Fajari Zafrani	Samar Bahisht Rampur
Foot Gola Darbhanga	Samarkand
Gaurejit	Sharbati Begrain
Gopalbhog	Singapuri
Gulabjamun	Sipia Shah Pasand
Gulabkhas	Sona Tol
Handal	Sundar Shah
Kacha Mitha	Surkha Burma
Kailwa Champa	Surkha Calcutta
Kakaria Kalan	Taimuriya
Kalakand	Totapari Red Small
Kandil	Unnabi Gola
Khasulkhas	Zafran
Khasulkhas Shahabad	Zafran Bahraich
Kristaphal	Zamurrad
Lajawab Malihabad	

BIHAR

Aman Abbasi	Baramasi
Amandasheri	Bathua
Aman-Ibrahimpur	Bharatbhog

Liste des plus importantes variétés indiennes de mangues (Singh 1960) - suite

NORTH INDIA

BIHAR—cont.

Bombai	Rarhi
Calcuttia	Sabja
Gulabkhas	Sepia
Husnara	Sinduriya
Kanchan	Sukul
Katiki	Sundarprasad
Krishnabhog	Surkha Burma
Mithua	Zardalu
Poona Alfonso	

BENGAL

Anannas	Laskarshikhan
Anupam	Lazzat Bux
Begun Pasand	Maldah
Bhowani Chowras	Mohan Thakur
Charkhas Champā	Mohan Bhog
Dudhiya	Najukbadan
Fazli	Nasrat Pasand
Himsagar	Panja Pasand
Jagannath Bhog	Radhika Bhog
Jehanara	Rani Pasand
Kala Pahar	Sabsang
Kanchankasa	Shadwalla
Khirsapati	Shahat Kuza
Kohinoor	Shah Pasand
Kohitur	Sultan Pasand

SOUTH INDIA

Allampur Baneshan	Brosha
Alphonso	Chinnarasam
Amini	Cowasjee Patel
Amir Khan	Fernandin
Andrews	Gol Hapus
Azimus-samar	Gopta
Badami	Himayet Pasand
Banganapalli	Himayuddin
Bangalora	Jalal
Belkhas	Janardhan Pasand
Biswanath Mukha	Jehangir
Bobbili-punasa	Kagal
Bombay Bhuto	King George

SOUTH INDIA

Kobbari	Panduri-Mamidi
Kothapalli	Peddarasam
Lal Pairs	Peter Pasand
Mulgoa	Puthi
Mundappa	Rajumanu
Navaranjan	Rasbery
Neelum	Raspuri
Olour	Rosa Mary
Padiri	Rumani
Pai Posha	Suvaranarekha
Pairs	Vanraj
Panakalu	Villai Columbum
Panchadarkalasa	

Liste des plus importantes variétés de mangues de Floride (Singh 1960)

LIST OF IMPORTANT FLORIDA VARIETIES

Brooks	Herman
Carrie	Irwin
Cecil	Keitt
Davis-Haden	Keitt Lucille
Dixon	Kent
Edward	Lippens
Fascell	Palmer
Florigon	Pettigrew
Fragrance	Samini
Gibbone	Simmonds
Glenn	Smith
Glenn Anderson	Springels
Haden	Strothman
Heinlein	Zill

Variétés de mangues d'autres parties du monde (Singh 1960)

VARIETIES FROM OTHER PARTS OF THE WORLD

- BRAZIL: Espado, Manga da rosa.
- BURMA: Itaik-pauk, Netti, Ok-shit, Saing, Shwezan-van, Sinbaung, Tazumeik, Thalapet, Thon-lon-ta-daung.
- CEYLON: Chempadi, Jaffna, Parrot, Rupec.
- COCHIN CHINA: Cambodiana.
- EGYPT: Dabya, Gondoo, Mabroka, Mistikawi.
- JAVA: Gedong, Golek.
- PHILIPPINES: Binoboy, Carabao, Dudul, Pahutan, Pico, Señora, Titi.
- SOUTH AFRICA: Peach, Sabre.
- THAILAND: Ai rad, Brahm kai mia, Gaundang, Gum pun, Hau, Kalon, Kanon, Keo, Khee thai, Nam doc mai, Namtan sai, Okrong, Sao kra teup haw, Tath ped, Ta wai, Tong dum.

Son poids varie de quelques grammes à plus de un kilo et sa longueur de 2 à 30 cm. Habituellement la face ventrale est concave alors que la face dorsale est convexe. La couleur de la peau varie de vert à jaune et rouge. Le mésocarpe du fruit fournit une pulpe ferme comestible. La couleur de la pulpe varie de jaune pâle à orange.

Le manguier ne produit pas des fruits tous les ans. Sa production est irrégulière et varie en fonction des conditions climatiques (pluies pendant la floraison), l'âge de l'arbre (les jeunes arbres sont plus susceptibles de porter des fruits tous les ans alors que les arbres de plus de 10 ans sont moins réguliers) et des infestations.

Graine

Elle est exalbuminée et se situe dans l'endocarpe pierreux. Les deux cotylédons sont plano-convexes et souvent inégaux. Le radicule est très court.

2. Développement et propagation

La fleur s'ouvre, les anthères deviennent dehiscentes laissant apparaître les grains de pollen formant une masse bleue à la surface des anthères. Le disque agit comme un organe sécréteur et les insectes visitent la fleur pour la sécrétion sucrée et le pollen.

La pollinisation du manguier est principalement entomophile.

Les grains de pollen fraîchement dehiscentes, s'ils ne sont pas mangés par les insectes, restent collés aux anthères et par conséquent ne peuvent pas être transportés par le vent. Dans le cas du manguier, le vent ne joue pas de rôle significatif lors de la pollinisation.

Il semblerait que la pollinisation croisée soit une règle pour le manguier.

Après fertilisation, le zygote reste latent pendant quelque temps et produit un embryon.

L'endosperme est de type nucléaire et son développement suit celui de la plupart des dycotyledones. Il remplit complètement le sac embryonnaire et est totalement absorbé par l'embryon en développement lorsque la graine arrive à maturité.

Il existe deux types de mangues en fonction du développement de l'embryon :

- Mono-embryonique : un seul embryon dans la graine qui produit, lors de la germination, une seule racine (la plupart des variétés indiennes).
- Poly-embryonique : plus d'un embryon dans la graine et qui produit généralement plus d'une racine lors de la germination (la plupart des variétés des Philippines, Hawaï et Afrique du Sud)

Après fertilisation la durée de maturation pour le fruit varie en fonction de la variété et de la température : 2 à 4 mois.

La propagation de l'espèce s'effectue par deux voies : la voie sexuée et la voie asexuée.

-> La propagation sexuée, à partir de la graine est la plus ancienne, la plus facile et la plus économique. L'arbre ainsi obtenu est productif, résistant, et possède une longue vie. Il présente cependant un désavantage : il ne produit des fruits que relativement tard, beaucoup plus tard que pour les arbres greffés et la qualité du fruit est inférieure.

Cette méthode de propagation qui a permis au manguier de s'installer sur tous les continents n'est quasiment plus utilisée.

-> La propagation asexuée est la méthode la plus utilisée et présente de nombreux avantages :

- Amélioration de la qualité du fruit et de la production : le fruit est généralement plus gros, plus tendre, plus sucré
- Production plus rapide
- Les arbres greffés sont en général plus petits, donc plus faciles à récolter et à traiter contre les infestations.
- Les arbres sont moins endommagés par la pluie.

La multiplication s'effectue par marcottage aérien ou par greffage.

3. Facteurs d'influence

Température

La température est le facteur le plus important. Les températures optimales pour le développement du manguier sont de 24 à 28°C. La résistance aux variations de température dépend de la variété, de l'âge et de sa vigueur. Le manguier craint surtout les basses températures. Les hautes températures sont moins préjudiciables sauf si elles sont accompagnées par une forte humidité et des vents forts.

Altitude

Le manguier est présent jusqu'à 1300 m mais pour obtenir de bons rendements, les cultures ne se font que jusqu'à 700 m. L'altitude affecte la période de floraison. Il a été rapporté qu'à chaque augmentation de 130 m en altitude, la floraison est retardée de 4 jours. Similairement, chaque degré de latitude au sud et au nord des tropiques, décale la floraison de 4 jours.

Pluie

Ce n'est pas la quantité totale d'eau qui est important mais la période pendant laquelle les chutes d'eau se produisent. Le manguiers a besoin de beaucoup d'eau pour se développer. Une forte pluie lors de la floraison peut anéantir complètement une récolte en débarrassant la fleur de son pollen et en empêchant les insectes d'intervenir.

Les pays les plus producteurs sont les pays où il y a peu de pluie lors de la floraison.

Nature des sols

Le manguiers se développe de préférence sur des sols profonds, sablonneux/gras. La qualité du fruit obtenu dépend de la nature du sol. Le sol doit être riche en azote et en carbone ainsi qu'en oxyde de calcium. Le pH doit varier de 5.5 à 7.5.

III. ETUDE CHIMIQUE

A. FEUILLE

L'étude de la composition chimique de la feuille laisse apparaître une grande diversité de polyphénols. On va retrouver des flavonoïdes, des tanins et des xanthones.

I. Tanins

Les tanins retrouvés dans la feuille de *Mangifera indica* L. sont des tanins galliques que l'on retrouve sous forme polymérisée et sous forme de molécules de base : acide gallique, acide protocatéchique et acide élлагique.

La teneur des feuilles en tanins est d'environ 9 % (El Sissi, 1965, 1966).

I.1. Extraction

a) El Sissi (1971) extrait les feuilles séchées à l'air de *Mangifera indica* L., variété Pyri avec de l'eau chaude. L'extrait est ensuite filtré et concentré sous pression réduite à 35°C. Une masse cristalline jaune (mangiférine) est ainsi séparée et éliminée. L'extrait obtenu est épuisé successivement par de l'éther éthylique et de l'acétate d'éthyle. Sur la phase acétate d'éthyle, du chloroforme est ajouté en petites quantités jusqu'à ce qu'une masse amorphe blanche précipite. Ce sont les tanins.

b) Un autre protocole (El Sissi - 1970a) propose l'extraction des feuilles, débarrassées de la chlorophylle par de l'éthanol. L'extraction est suivie d'une chromatographie colonne sur polyamide qui permet de séparer 5 fractions différentes (cf. fig. 9).

Dans la fraction III, de l'acide gallique et de l'acide protocatéchique sont identifiés.

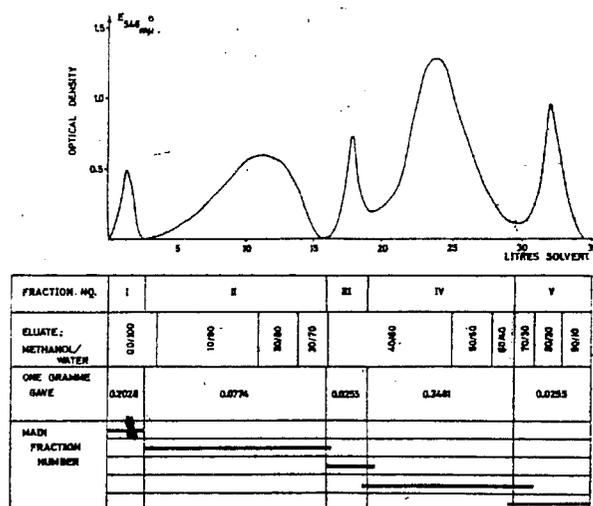


Fig. 9 : (El Sissi et Saleh 1970a) Courbe d'élution de l'extrait éthanolique

c) Tanaka (1984) extrait les feuilles fraîches de *Mangifera indica L.* avec de l'acétone en solution aqueuse à 90 %. L'extrait est évaporé sous vide et la solution aqueuse obtenue est filtrée. Le filtrat est extrait par un mélange d'acétate d'éthyle et eau. La phase acétate d'éthyle est soumise à une chromatographie sur colonne de silice éluee par un mélange éthanol, eau et acétone. Cette chromatographie permet de séparer et d'identifier 4 fractions (cf. schéma d'extraction n° 1 p. 33).

. la méthanolyse de la fraction 4 avec un mélange (9:1) de méthanol et d'un tampon acétate (pH = 5,5) à 60°C pendant 4 heures permet la mise en évidence de 1, 2, 3, 4, 6 penta-O-galloyl-β-D.glucose identifié par CCM sur silice = (Rf = 0,26) et CCM cellulose = (Rf = 0,1) et du gallate de méthyle identifié par CCM sur silice (Rf = 0,87) et CCM cellulose (Rf = 0,54).

Extraction des polyphénols des feuilles -(Tanaka 1984)

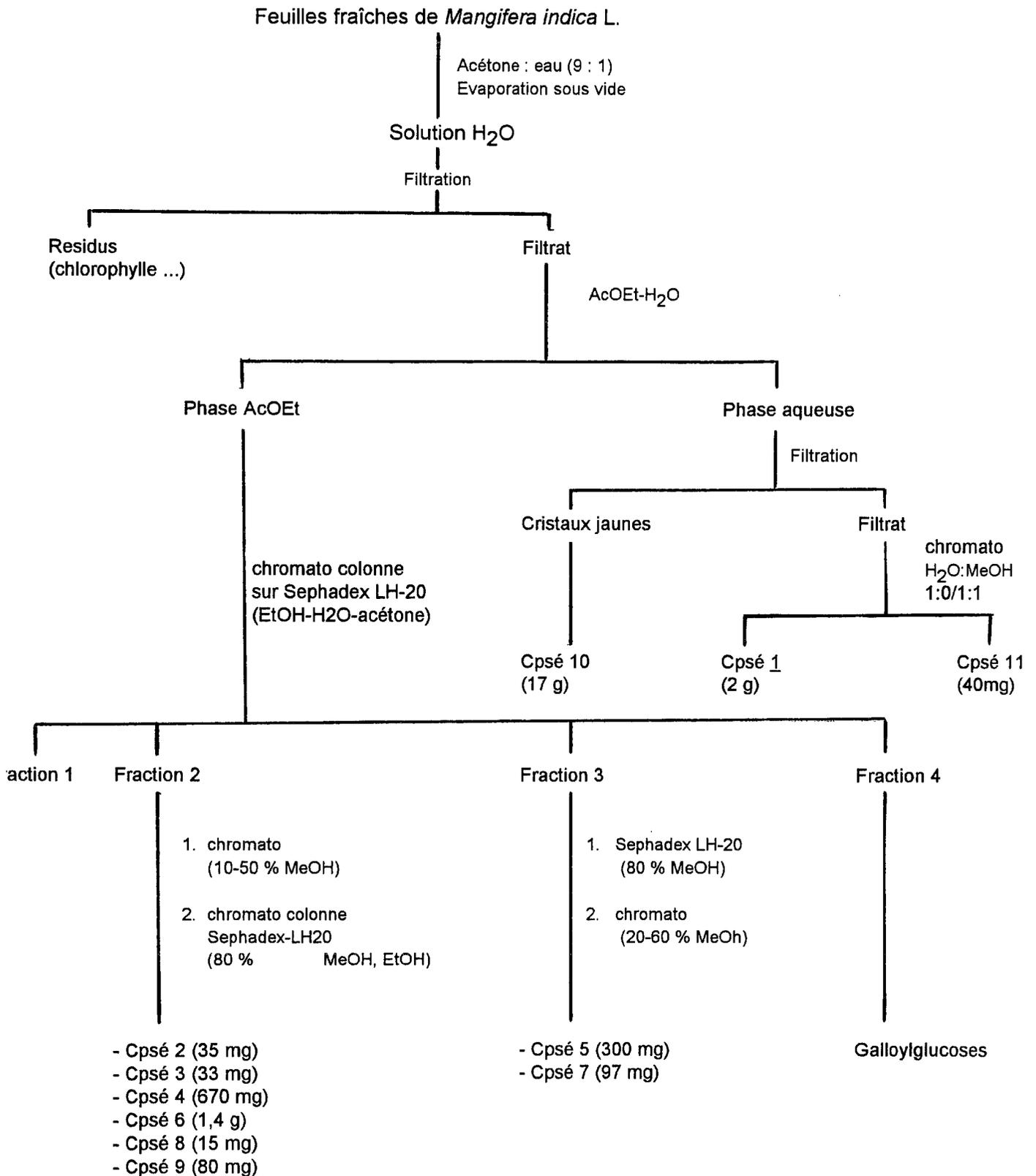
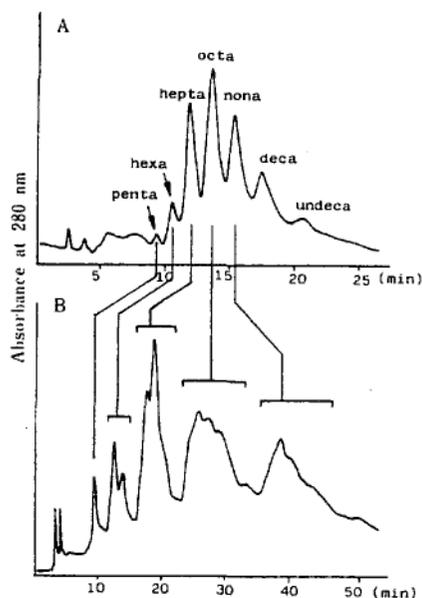


Schéma d'extraction n° 1

I.2. Identification

L'identification des tanins galliques se fait par chromatographie d'absorption sur cellulose, chromatographie papier et par l'étude des spectres UV et IR (El Sissi - 1970a et 1971).

Tanaka (1984) analyse la fraction contenant les tanins par HPLC (cf. fig. 10).



High-Performance Liquid Chromatograms of Galloylglucoses in Leaves of *M. indica*

A (normal-phase), column, Zorbax SIL (4.6 mm i.d. \times 250 mm); solvent, *n*-hexane-methanol-tetrahydrofuran-formic acid (50:30:10:1) (oxalic acid 150 mg/l); flow rate, 1 ml/min.

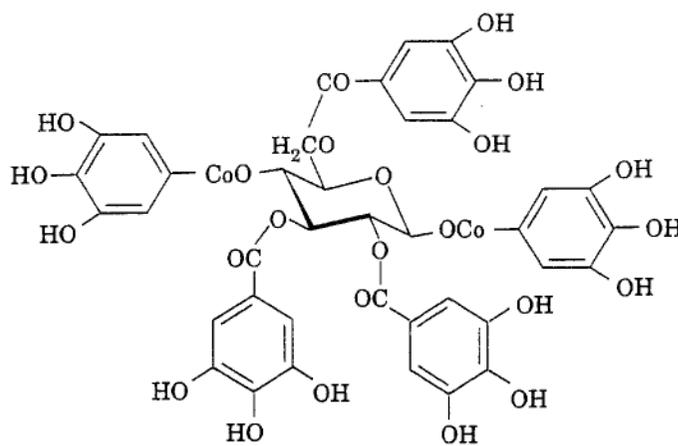
B (reverse-phase), column, TSK gel-ODS 120A (4.0 mm i.d. \times 300 mm); solvent, acetonitrile-water (22:78) (50 mM NaH_2PO_4); flow rate, 0.75 ml/min.

Fig. 10 : (Tanaka 1984) HPLC des galloylglucoses présents dans les feuilles de *M. indica* L.

I.3. Résultats

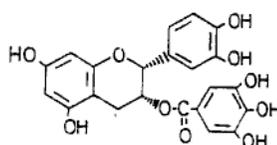
Les composés polyphénoliques identifiés dans la feuille de *Mangifera indica* L. sont l'acide gallique, l'acide protocatéchique (El Sissi - 1966b et 1970a) et l'acide ellagique en petites quantités (Kostermans - 1993). L'analyse de la fraction 4 fait dire à Tanaka (1984) que la feuille de *Mangifera indica* L. est une source de polygalloylglucoses qui ont été identifiés chimiquement et par analyse HPLC comme étant un mélange de penta à

undécagalloylglucose possédant comme noyau le 1, 2, 3, 4, 6 - penta - O - galloyl - β - D - glucose.



pentagalloyl glucose

Tanaka isole des feuilles de l'épicatéchine - 3 - O gallate (9), des esters galliques et p.hydroxybenzoyl de benzophénone C-glucosides (cf. schéma d'extraction n° 1 p. 33).



épicatechine 3-O-gallate

9

II. Flavonoïdes

L'étude des flavonoïdes de la feuille de *Mangifera indica* L. laisse apparaître des aglycones à l'état libre : quercétine, kaempférol, myricétine ainsi que des flavonoïdes glycosylés : isoquercitrine et astragaline (El Sissi - 1970a).

II.1. Extraction

L'extraction suivante est proposée par El Sissi - (1970a)

Les feuilles débarrassées de la chlorophylle sont extraites avec de l'alcool éthylique. Les extraits éthanoliques sont ensuite soumis à une chromatographie colonne sur polyamide qui permet de séparer 5 fractions (I - V). (cf. fig. 9).

La fraction IV contenant les flavonoïdes est séparée en une fraction soluble dans l'éther (S) et une solution insoluble dans l'éther (I).

La fraction IV soumise à une chromatographie papier 2 dimensions (solvants : n-butanol : acide acétique : eau, 4 : 1 : 5, v/v/v suivi d'acide acétique à 2 %) indique la présence de 10 composés de nature polyphénolique dont 6 sont de caractère flavonoïque.

La fraction soluble dans l'éther(S) est analysée par chromatographie d'adsorption sur cellulose. L'élution, d'abord avec de l'eau, puis avec de l'acétate d'éthyle laisse apparaître deux fractions (SG) et (SA). De la même façon, la fraction insoluble dans l'éther (I) est séparée en 2 sous-fractions : (IG) élue avec de l'eau et (IA) élué avec de l'éthanol.

II.2. Identification

Les deux sous fractions (SG) et (IG) associées sont analysées par chromatographie papier 2 dimensions (solvants : n-butanol : ac. acétique : eau, 4 : 1 : 5, (v/v/v) suivi d'acide acétique à 2 %).

On observe la présence de 2 flavonoïdes glucosidiques majoritaires.

Les deux glucosides sont identifiés par une chromatographie papier confirmée par l'analyse du spectre UV et la mesure du point de fusion.

Il s'agit de l'isoquercitrine et de l'astragaline.

II.3. Résultats

Les flavonoïdes identifiés dans la feuille de *Mangifera indica* L. sont donc l'isoquercitrine (quercétine-3-glucoside) et l'astragaline (kaempférol-3-glucoside) ainsi que leur aglycone libre (quercétine et kaempférol).

Ghosal (1977) isole dans la feuille de *Mangifera indica* L. un autre flavonoïde : la myricétine. Il remarque également que la concentration de ces 3 flavonoïdes augmente avec la maturité.

III. Xanthones et précurseurs

III.1. Xanthones

III.1a. Généralités

Cette famille regroupe des aglycones, des O-hétérosides et des C-hétérosides dont fait partie la mangiférine.

Les aglycones et les O-hétérosides ont une distribution restreinte à un petit nombre de familles (principalement les Clusiaceae et les Gentianaceae) alors que les C-glucosyl-xanthones sont plus fréquentes (environ 20 familles) (cf. tab. 1 p. 38).

En règle générale, les xanthones sont formées par cyclisation des benzophenones résultant de l'addition d'unités dicarbonées (en fait le malonylCoA) sur un précurseur en C₆-C₁. La biosynthèse des C-glucosyl-xanthones serait analogue à celle des flavonoïdes. Plusieurs molécules de cette série sont des inhibiteurs des monoamines oxydases (MAO-A et dans une moindre mesure MAO-B) - (Bahattasharya - 1972b) et des stimulants du système nerveux central.

Plusieurs xanthones sont fongicides et fortement anti-bactériennes (Ghosal - 1977). Certaines sont des inhibiteurs de l'agrégation plaquettaire, d'autres des anti-inflammatoires et possèdent une activité anti-oxydante.

La mangiférine est une xanthone C-glucoside. Elle a été obtenue pour la première fois, il y a plus de 80 ans à partir de *Mangifera indica* L.

Sa structure a été établie dans les années 1960 comme étant une 2-C-β-D-glucopyranosyl-1,3,6,7-tétrahydroxyxanthone par plusieurs groupes de chercheurs (Tanaka - 1984).

Son isomère de structure, l'isomangiférine a été isolée d' "*Anemarrhena asphodeloides*" (Liliaceae) en 1970 par Aritomi et son équipe. Sa structure a été définie comme étant une 4-C-β-D-glucopyranosyl-1,3,6,7-tétrahydroxy-xanthone (Aritomi - 1970).

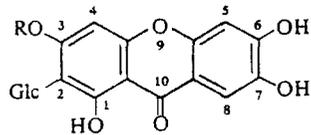
L'homomangiférine a d'abord été isolée dans l'écorce de *Mangifera indica* L. (Aritomi - 1970).

Il s'agit de la 3-O-méthylmangiférine ou 2-C-β-D-glucopyranosyl-3-méthoxy-6,7-trihydroxyxanthone coexistant avec la mangiférine.

Il a été démontré que la mangiférine et l'isomangiférine étaient présents simultanément chez différents membres de la famille des Fabiaceae, Orchidaceae, Aspheniaceae et Iridaceae ainsi que dans la famille des Liliaceae et Anacardiaceae.

Class	Sub. class	Order	Family	Species
Filices	Leptosporangiatæ	Filicales	Polypodiaceæ	<i>Athyrium mesosorum</i>
Dicotyledoneæ	Archichlamydeæ	Guttiferales	Guttiferae	<i>Hypericum acutum</i> <i>H. chinense</i> <i>H. humifusum</i> <i>H. montanum</i> <i>H. nummularium</i> <i>H. pulchrum</i>
		Rosales	Leguminosae	<i>Hedysarum obscurum</i>
		Rutales	Malpighiaceae	<i>Hiptage madablota</i>
		Sapindales	Anacardiaceae	<i>Mangifera indica</i>
		Celastrales	Hippocrateaceae	<i>Salacea prunoides</i>
		Violales	Flacourtiaceae	<i>Flacourtia indica</i> <i>Aphloia theaeformis</i> <i>A. madagascariensis</i>
	Sympetalæ	Ebenales	Sapotaceae	<i>Madhuca utilis</i>
Monocotyledoneæ		Tubiflorae	Convolvulacea	<i>Cuscuta reflexa</i>
		Liliiflorae	Liliaceae	<i>Anemarrhena rhizoma</i> <i>Smilax glycyphylla</i>
			Iridaceae	All spp. of <i>pogoniris</i> section <i>Iris pseudacorus</i> <i>Iris dichotoma</i> <i>Belamcanda chinensis</i> <i>Crocus aureus</i>
		Graminales	Gramineae	<i>Cymbopogon afronardus</i>

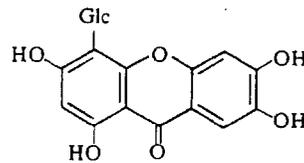
tab. 1 : (Carpenter 1969) Distribution de la mangiférine.



R = H mangiférine

R = CH₃ Homomangiférine et Glc = Glucose

isomangiférine



Une étude de Saleh et El Ansari (1975) portant sur 20 variétés de manguiers montre la présence en quantité importante de mangiférine dans les feuilles toujours accompagnée d'isomangiférine et d'homomangiférine en petite quantité ou à l'état de traces.

La coexistence de la mangiférine et de l'isomangiférine suggère que lors de la biosynthèse des C-glycoside-xanthones, la C-glycosylation se produit à un stade benzophénone suivie de la fermeture du cycle formant ainsi le noyau xanthone.

III.1b. Extraction

a) El Sissi et Saleh (1970a) extraient la mangiférine des feuilles par de l'éthanol après un dégraissage au chloroforme. L'extrait éthanolique est fractionné sur colonne de polyamide. L'élution, d'abord avec de l'eau puis avec du méthanol aqueux de concentration croissante laisse apparaître 5 fractions (I-V) cf. fig. 9.

La fraction V est séparée en une fraction soluble dans l'éther (S) et une fraction insoluble dans l'éther (I).

La fraction (I) est séparée par chromatographie sur colonne de cellulose. L'élution par de l'eau suivie par de l'éthanol permet d'obtenir 2 fractions (IG) et (IA).

La fraction (IA) est constituée d'un matériel amorphe jaune dont le composé majoritaire est la mangiférine.

b) Tanaka (1984) propose un système d'extraction permettant d'isoler la mangiférine (10) et son isomère l'isomangiférine (11) (cf. schéma n° 1 p. 33)

Après avoir extrait les feuilles fraîches avec un mélange acétone : H₂O (9 : 1), la solution aqueuse est traitée avec un mélange AcOEt/H₂O.

La mangiférine précipite dans la phase aqueuse. Elle est récupérée puis recristallisée dans un mélange H₂O - MeOH.

Le filtrat laisse apparaître de l'isomangiférine.

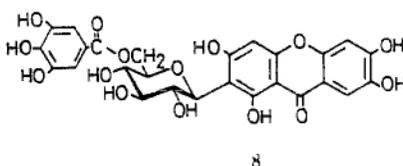
III.1c Identification

Les différents composés isolés sont identifiés par RMN¹H et ¹³C, spectrométrie UV et IR, et mesure du point de fusion et du pouvoir rotatoire.

III.1d. Résultats

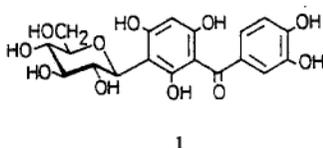
La teneur en mangiférine dans les feuilles est d'environ 7 % (El Sissi - 1971).

La mangiférine est toujours présente dans les feuilles accompagnée d'isomangiférine (Tanaka - 1984) et d'homomangiférine (Saleh & El Ansari -1975). Tanaka (1984) met en évidence dans la feuille le 6'-O-gallate de mangiférine (8) (cf schéma n° 1 p. 33).



III.2. Les précurseurs

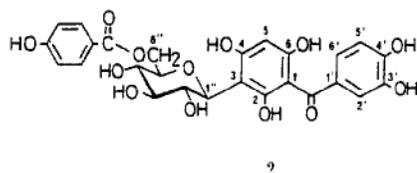
Tanaka (1984) isole en même temps que la mangiférine et l'isomangiférine une nouvelle C-glucoside-benzophénone, la maclurine 3-C-β-D-glucoside (1) qui n'avait encore jamais été isolée dans la nature (cf. schéma n° 1 p. 33).



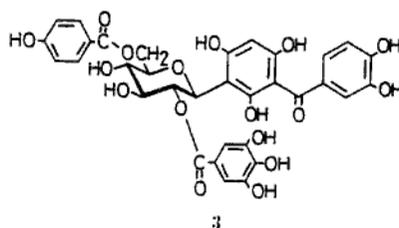
Cette nouvelle molécule serait un intermédiaire clé de la biosynthèse de la mangiférine et de l'isomangiférine. La présence également d'iriflophénone-3-C-glucoside (benzophénone) suggère que la C-glucosylation se produirait au stade de l'iriflophénone (Tanaka - 1984). La maclurine 3-C-glucoside et l'iriflophénone-3-C-glucoside sont toutes deux des précurseurs de la mangiférine et de l'isomangiférine.

La maclurine et l'iriflophénone sont également présentes dans la feuille de *Mangifera indica* sous forme d'esters galliques et p. hydroxybenzoïques (cf. schéma n° 1 p. 33) :

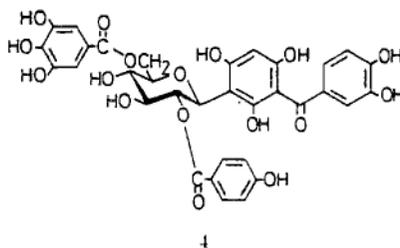
Maclurine 3 - C-(6'' - O - p - hydroxybenzoyl) - β - D - glucoside (2)



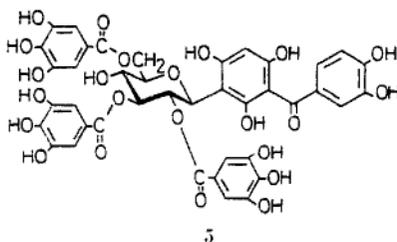
Maclurine 3 - C-(2'' - O - galloyl - 6'' - O - p - hydroxybenzoyl)- β - D - glucoside (3)



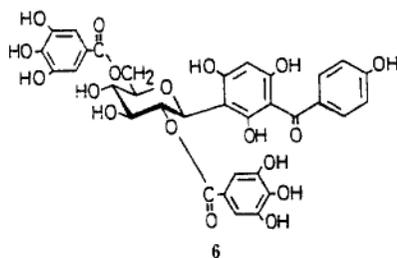
Maclurine 3 - C-(2'' - O - p - hydroxybenzoyl - 6''-O-galloyl)- β - D - glucoside (4)



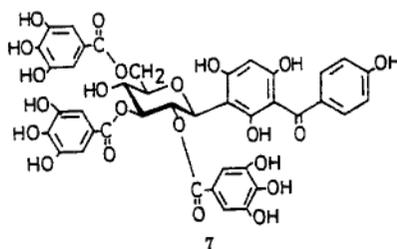
Maclurine 3 - C-(2'', 3'', 6'' - tri - O - galloyl)- β - D - glucoside (5)



Iriflophenone 3-C - (2", 6" - di - O - galloyl)- β -D-glucoside (6)



Iriflophenone 3-C - (2", 3", 6" - tri - O - galloyl)- β -D - glucoside (7)



IV. Acides, acides aminés et sucres

El Sissi et Saleh (1970b) identifient 5 acides aminés dans la feuille de *Mangifera indica* L. appartenant à 4 variétés différentes : alanine, glycine, leucine, tyrosine et probablement l'acide χ amino-butyrique.

Ils identifient également 2 acides : l'acide shikimique et l'acide quinique ainsi que les sucres suivants : sucrose, glucose et fructose.

IV.1. Extraction, identification

a). Sucres (El Sissi - 1970a)

Les feuilles débarrassées de la chlorophylle par une première extraction avec du chloroforme sont extraites par de l'éthanol. L'extrait éthanolique est chromatographié sur colonne de polyamide. L'élution se fait par de l'eau suivie d'une solution aqueuse de méthanol de concentration croissante. 5 fractions (I à V) sont séparées (cf. fig. 9).

La fraction I (20,28 %) contient principalement des sucres identifiés par une chromatographie papier par rapport à des sucres de référence.

Sucrose, glucose et fructose sont ainsi identifiés.

b) Acides et acides aminés (El Sissi - 1970b)

-> 100 g de feuilles sont mises à tremper dans 250 ml d'eau acidifiée avec quelques gouttes de HCl dilué pendant une nuit puis sont filtrées.

Au filtrat, on ajoute des quantités suffisantes d'une solution d'acétate de plomb. Les précipités de sels de plomb sont filtrés. L'excès d'ions Pb présents dans le filtrat est éliminé par addition d'une solution saturée de sulfate de sodium suivi d'une filtration.

Le filtrat est séché sous pression réduite. le résidu sec restant est à nouveau extrait par l'acétone. Une petite quantité d'eau est ajoutée à l'extrait acétonique et l'acétone est évaporée à température ambiante. L'extrait aqueux obtenu contenant les acides aminés est analysé par chromatographie papier en deux dimensions.

Solvants :

1. n-butanol : acide acétique : eau (4. : 1 : 5, v/v/v)
2. Phénol : eau : ammoniac (80 : 20 : 0,5, m/v/v)

Révélateurs :

Solution éthanolique de ninhydrine à 0,2 % contenant 5 % de collidine.

Pour différencier la valine et la méthionine ayant le même Rf, l'extrait acétonique est soumis à une oxydation péroxydique. La méthionine s'oxyde en méthionine sulfone alors que la valine reste intacte.

-> L'extraction des acides se fait par de l'acétone suivie d'une chromatographie papier en deux dimensions révélant la présence de 2 acides : acide quinique et acide shikimique

IV.2. Résultats

La feuille de *Mangifera indica* L. contient du fructose, du glucose et du sucrose. Les acides aminés identifiés sont l'alanine, leucine, tyrosine, valine, et glycine (trace) et probablement l'acide χ amino-butyrique. La présence d'acide quinique et d'acide shikimique est bien confirmée.

La coexistence de glucose, d'acide shikimique et de tyrosine peut être expliquée par le fait qu'ils jouent un rôle significatif dans la biosynthèse des flavonoïdes et des xanthones présentes dans la plante.

El Sissi (1970b) comme Burton (1956) et Hathway (1956) présente l'acide quinique comme étant le précurseur de l'acide gallique et des tanins hydrolysables.

L'acide shikimique est le précurseur des acides aminés aromatiques (tyrosine, phenylalamine).

V. TERPENES

V.1. Composés volatiles

Les feuilles de *Mangifera indica* L. dégagent une odeur térébinthée. Craveiro (1980) analyse la composition de l'huile essentielle obtenue à partir des feuilles de *Mangifera indica* L. Il isole 31 composés dont 23 ont été identifiés. Le car-3-ene est le constituant majeur de l'huile essentielle. Cette huile est analysée par chromatographie en phase gazeuse couplée à la spectrométrie de masse.

L'identification se fait par analyse des spectres UV, IR et RMN1H.

(cf. tab. 2).

ESSENTIAL OIL OF *Mangifera indica* LINN. CHEMICAL COMPOSITION (LEAVES)

Elution Order	Compound	*Confirmation
01	α -pinene	ms, pmr, ri
02	camphene	ms, ri
03	β -pinene	ms, pmr, ri
04	myrcene	ms, pmr, ri
05	car-3-ene	ms, ri
06	limonene	ms, ri
07	β -ocimene	ms
08	γ -terpinene	ms, pmr, ri
09	α -terpinolene	ms
10	unidentified	-
11	linalool	ms, ri
12	estragole	ms, pmr, ri
13	δ -elemene	ms, pmr, ri
14	α -cubebene	ms, pmr, ri
15	oethyl-eugenol	ms, pmr, ri
16	β -elemene	ms
17	unidentified	-
18	Δ -caryophyllene	ms, pmr, ri
19	mixture	-
20	humulene	ms, pmr, ri
21	alloaromadendrene	ms
22	unidentified	-
23	α -guaiene	ms
24	β -bulnesene	ms
25	α -farnesene	ms, ri
26	δ -cadinene	ms, ri
27	elemicine	ms, pmr, ri
28-31	unidentified	

*ms = mass spectrum; pmr = proton magnetic resonance spectrum;
ri = retention index (Kovats index).

tab. 2 : (Craveiro 1980) Constituants de l'huile essentielle de feuilles de *M. indica* L.

V.2.) Stérols et triterpènes

L'extraction des feuilles de *Mangifera indica* L. par de l'hexane permet à Anjaneyulu (1982) d'identifier 4 triterpènes et 1 stérol : Taraxerone, taraxerol, friedelin, lupéol et le β sitostérol.

V.2a.) Extraction

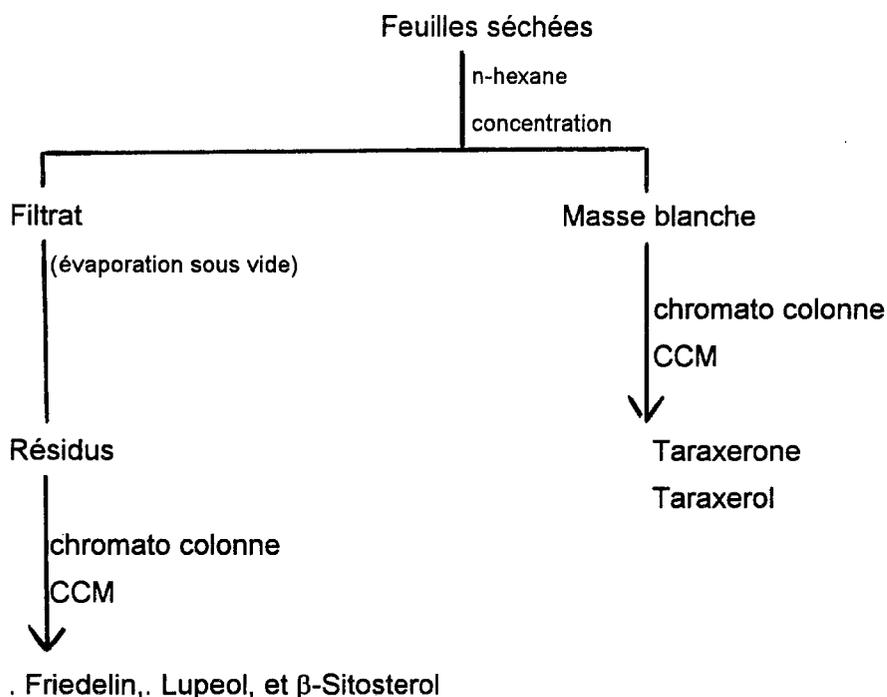


Schéma d'extraction n° 2

V.2b) Identification

Elle se fait par mesure du pouvoir rotatoire et du point de fusion. Le test de Liebermann-Buchard indique la nature triterpénique des composés isolés et le test coloré de Zimermann indique la présence d'une fonction cétone.

L'analyse des spectres IR et UV ainsi que la RMN1H est utilisée.

B. ECORCE

L'étude de l'écorce laisse apparaître une large gamme de composés. A côté des tanins et de la mangiférine, on va retrouver de très nombreux triterpènes, des flavonoïdes mais aussi des composés particuliers tels qu'une biflavone, une coumarine et des saponosides triterpéniques. On a pu mettre également en évidence des chromones dans la racine.

I. Acides phénols et tanins

La famille des Anacardiaceae est réputée être riche en tanins. En effet, la teneur en tanins de l'écorce du manguiers est d'environ 11 %. (El Sissi & Saleh - 1964). Ces tanins appartiennent principalement à la classe des tanins condensés.

El Sissi et El Ansari (1966b) ont identifié dans l'écorce de *Mangifera indica* L., de l'acide gallique, de l'acide protocatéchique et de l'acide éllagique. Ces composés polyphénoliques sont également présents dans la feuille. L'écorce présente également de la catéchine et la leucocyanidine (Flavan - 3 - ol catechine) qui sont des précurseurs des tanins condensés.

I.a. Extraction

L'écorce est extraite par de l'éther éthylique (El Sissi et Saleh - 1970b).

El Ansari (1967) extrait la leucocyanidine par de l'acétone puis avec de l'acétate d'éthyle. (cf. schéma d'extraction 3, p. 48)

I.b. Identification

L'extrait éthéré obtenu est chromatographié sur papier en deux dimensions.

Solvants :

1. n-butanol : acide acétique : eau (4:1:5, v/v/v)
2. Acide acétique à 15 %

La chromatographie révèle 13 spots de caractère phénolique dont l'acide gallique, l'acide éllagique, l'acide protocatéchique et la catéchine

II. Flavonoïdes

Différentes classes de flavonoïdes sont présentes dans l'écorce de *Mangifera indica* L. On va retrouver des flavonols, des flavones, des flavanones et une biflavone récemment mise en évidence. Comme dans la feuille, la quercétine et le kaempférol sont présents (El Sissi & El Saleh - 1964 et 1965).

El Ansari (1967) isole de l'écorce de *Mangifera indica* L de la quercétine, du kaempférol mais également de la butine (7, 3, 4-trihydroxyflavanone) et de la fisétine(3,7,3',4'-tétrahydroxyflavone).

II.a. Extraction et identification (cf. schéma d'extraction n° 3, p. 48)

L'extraction de l'écorce (El Ansari - 1967) se fait par de l'acétone. Le résidu est à nouveau extrait par de l'éther éthylique. La solution étherée obtenue est séparée en plusieurs fractions par une chromatographie colonne sur cellulose. La colonne, éluee avec de l'eau fournit la fraction I, puis avec une solution aqueuse de méthanol à 30 % la fraction II et enfin avec une solution aqueuse de méthanol à 50 % la fraction III.

Fraction I :

La fraction I est évaporée sous vide jusqu'à obtention d'une masse marron . Ce composé est recristallisé plusieurs fois dans de l'eau chaude. Les cristaux jaunes obtenus sont identifiés à la butine. L'identification se fait par la mesure du point de fusion, du pouvoir rotatoire, l'analyse du spectre UV du produit naturel et l'analyse des dérivés acétylés et méthylés.

Fraction II :

La fraction II contient de l'acide gallique, de l'acide protocatéchique et de la quercétine qui sont identifiés par une chromatographie papier en deux dimensions. Les solvants utilisés sont :

1. n-butanol : acide acétique : eau (4:1:5: v/v/v)
2. Acide acétique à 15 %

Fraction III :

L'évaporation de la fraction III aboutit à un solide marron qui est recristallisé dans de l'alcool dilué. Les cristaux obtenus sont identifiés par mesure du point de fusion, analyse du spectre UV, chromatographie papier (n-butanol : acide acétique eau, 4:1:5, v/v/v) et par la synthèse et l'analyse de dérivés tétra-acétylés et méthylés. La fisétine est identifiée.

EXTRACTION DES FLAVONOÏDES DE L'ECORCE (EI Ansari - 1967)

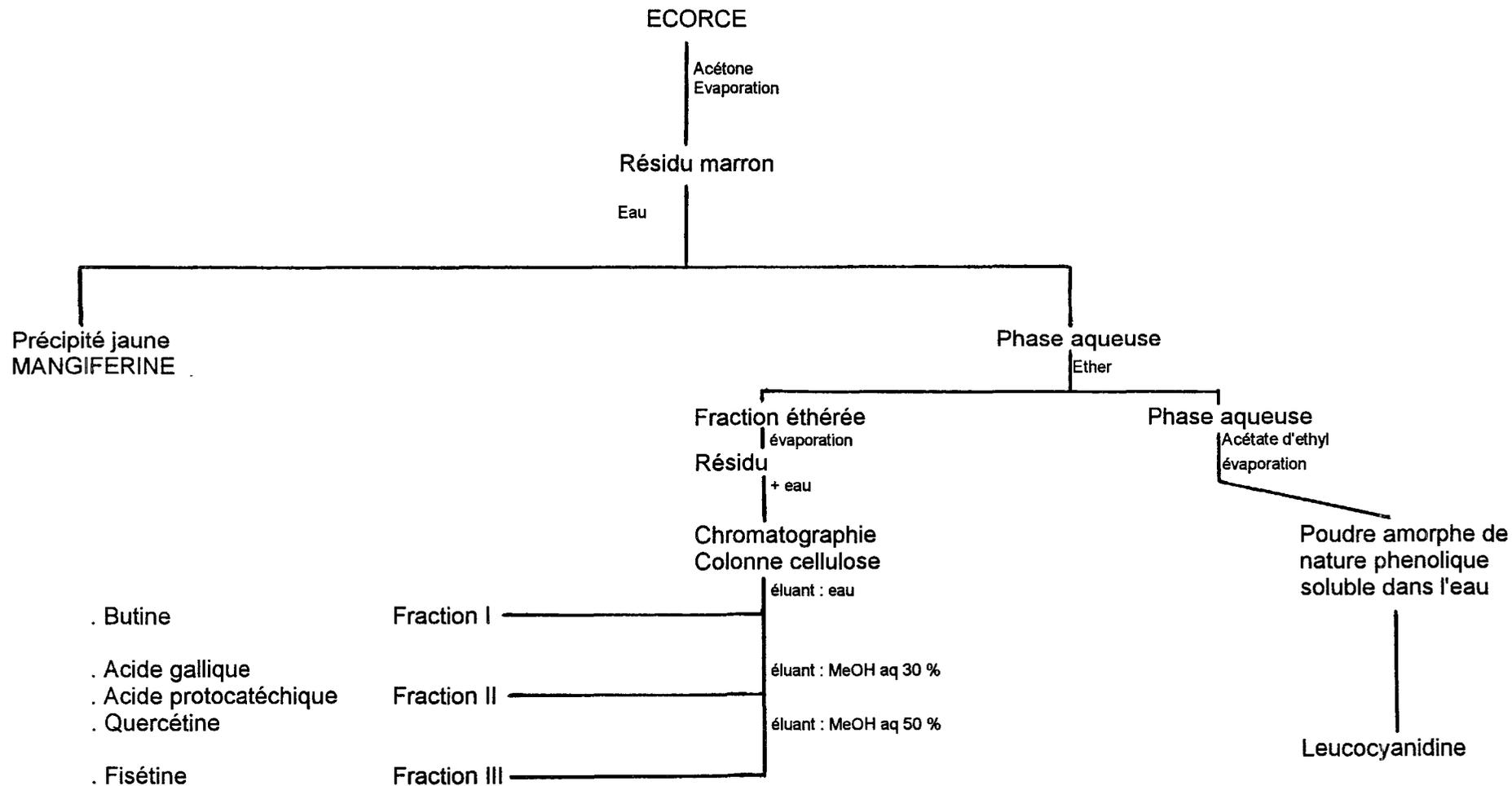


Schéma d'extraction n° 3

III. Biflavone

Récemment, Khan (1992) a isolé de l'écorce de *Mangifera indica* L une nouvelle flavonoïde très spécifique. Il s'agit de l'amentoflavone appartenant à la classe des biflavones.

III.a. Extraction

La poudre d'écorce est dégraissée à l'éther de pétrole. Le marc est épuisé par de l'acétone. L'extrait obtenu est concentré sous pression réduite jusqu'à obtention d'une masse visqueuse qui est traitée avec de l'eau bouillante. La fraction insoluble dans l'eau est à nouveau extrait sous reflux avec de l'acétate d'éthyle pendant 12 heures. Le résidu donne une réponse positive aux tests des biflavones utilisant le réactif acide chlorhydrique-zinc.

III.b. Purification

Afin d'isoler la biflavone, le résidu est chromatographié sur colonne de silice. L'élution est réalisée par des solvants de polarités croissantes : éther de pétrole, Bz, CHCl_3 , Bz : EtOAc (1:1,v/v), EtOAc et Me_2CO .

Les fractions obtenues avec les éluants Bz : EtOAc, EtOAc et Me_2CO donnent des réactions positives aux tests des biflavones.

Une CCM préparatoire est également réalisée. Le résidu est dissous dans la pyridine afin de pratiquer la CCM :

Support : gel de silice

Solvant : benzène : pyridine : acide formique (35:10:5, v/v/v)

La lecture se fait sous UV.

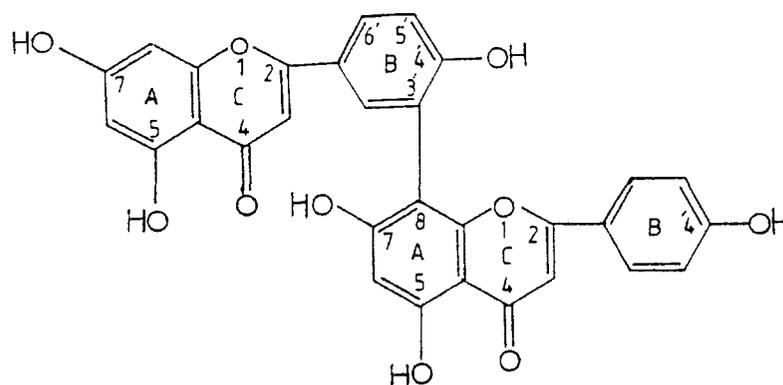
Après élution par l'acétone des taches correspondant aux biflavones, un liquide huileux est obtenu. Il précipite après addition d'eau. C'est le composé A.

III.c. Identification

L'identification se fait par méthylation du composé A. Celui-ci est identifiée comme étant l'amentoflavone hexaméthyl éther par mesure du point de fusion, spectrométrie de masse et analyse des spectres UV, IR et RMN^1H .

L'acétylation du composé A fournit l'amentoflavone hexa-acétate identifiée par la mesure du point de fusion et l'analyse des spectres UV et RMN^1H .

Ces données permettent à Kahn de déterminer la structure de cette nouvelle biflavone : il s'agit de la 1-4", II-4', I-5, II-5, I-7, II-7- hexahydroxy - [I-3', II-8] - biflavone.



(I-4', II-4', I-5, II-5, I-7, II-7-hexahydroxy-[I-3',II-8]-biflavone)

IV. Coumarine

Sharma et Ali (1993a) isolent un nouveau composé polyphénolique de l'écorce de *Mangifera indica* L. de la variété Dusehri, de la classe des furocoumarines.

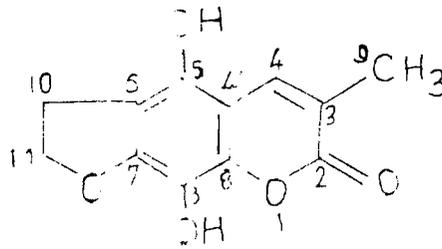
IV.a. Extraction

L'écorce de tige est extraite par du méthanol. Le résidu obtenu est chromatographié sur une colonne de silice, éluée par des mélanges d'éther de pétrole, chloroforme et méthanol de polarités croissantes. La coumarine est présente dans la fraction éluée par du méthanol et est représentée par des cristaux colorés en marron.

IV.b. Identification

Le composé obtenu réagit positivement avec le chlorure ferrique indiquant sa nature polyphénolique.

La mesure du point de fusion de ses cristaux, l'analyse spectrale dans l'UV et l'IR ainsi que la RMN¹H, la spectrométrie de masse et l'analyse des dérivés diméthylés permettent d'identifier ce nouveau composé. Il s'agit de la 3-méthyl-5, 8-dihydroxy-6, 7-dihydrofuranocoumarine appelée la mancoumarine.



La présence de cette coumarine pourrait être caractéristique de la variété Dusehri car elle n'avait encore jamais été isolée dans l'écorce des autres variétés étudiées : Bangapalli et Neelum (Anjaneyulu - 1985 et 1989).

V. Xanthones

La mangiférine est présente en quantité importante dans l'écorce de *Mangifera indica* L. Kerharo (1969) indique une teneur 10,1 %.

V.a. Extraction

L'extraction de la mangiférine se fait par l'éther éthylique (El Sissi & Saleh - 1970) ou l'acétone (El Ansari - 1967) .

V.b. Identification

Elle se fait par chromatographie papier deux dimensions en utilisant comme solvants :

1. n-butanol : acide acétique : eau, 4:1:5, v/v/v
2. Acide acétique à 15 %

C'est dans l'écorce de *Mangifera indica* L que Aritomi & Kawasaki (1970) ont identifié une nouvelle xanthone C-glucoside appelée homomangiférine.

L'analyse spectrale et chimique de ce composé a permis d'élucider sa formule comme étant la 3-O-méthyl-mangiférine. L'homo-mangiférine est quasiment toujours présente avec l'iso-mangiférine et la mangiférine dans la feuille de *Mangifera indica* L.

VI. Chromones

Kahn & Kahn (1995) isolent deux chromones à partir des racines de *Mangifera indica* L.

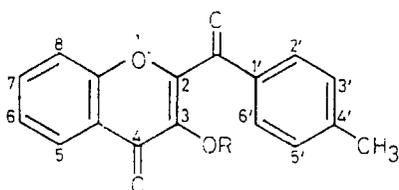
VI.a. Extraction

La racine est extraite par du méthanol. L'extrait est évaporé laissant apparaître un résidu qui est séparé par un mélange d'acétate d'éthyle et d'eau. La phase acétate d'éthyle est concentrée et fournit un composé huileux. Ce composé est chromatographié sur colonne de silice éluee par un mélange n-hexane-CHCl₃, (1:3, v/v). Deux composés sont isolés.

VI.b. Identification

Les deux composés sont identifiés par la mesure du point de fusion, l'analyse des spectres UV, IR, RMN¹H et RMN¹³C et la spectrométrie de masse.

Le recoupement des résultats des différentes analyses permet de déterminer la structure de ces deux composés. Il s'agit de deux chromones dont l'une est le dérivé 3-O-méthylé de l'autre.



R = H --> 2-(4'-méthyl-benzoyl)-chromone

R = CH₃ --> 3-methoxy-2-(4'-méthyl-benzoyl)-chromone

VII. Acides aminés

VII.a. Extraction - Identification

A) El Sissi & Saleh (1970) extraient l'écorce par de l'eau acidifiée. Au filtrat ils ajoutent de l'acétate de plomb puis éliminent les précipités d'acétate de plomb apparus. Le résidu est à nouveau extrait par de l'acétone. L'identification se fait par chromatographie papier deux dimensions :

Solvants : 1:n-butanol:acide acétique : eau (4:1:5, v/v/v)

2:phenol:eau/ammoniac (80:20:0,5, m/v/v)

Révélateur : Ninhydrine éthanolique

B) Sharma & Ali (1992) extraient l'écorce par de l'eau. L'extrait est utilisé pour l'évaluation qualitative et quantitative par chromatographie papier des acides aminés liés. Ensuite, l'hydrolyse de l'extrait aqueux libèrent des acides aminés liés.

VII.b. Résultats

El Sissi & Saleh (1970) mettent en évidence 3 acides aminés différents : alanine, glycine et acide α amino-butyrrique.

Sharma & Ali (1992) ont déterminé les acides aminés libres et les acides aminés liés pour trois variétés différentes. Ils observent des variations de composition en fonction de la variété.

Acides aminés libres :

Alanine, cysteine, thréonine, glycine, acide aspartique, acide glutamique, leucine, phénylalanine, serine, méthionine sont les acides aminés libres les plus largement distribués. La concentration varie entre 0,017 et 0,359 %. La concentration en cystéine et en leucine est basse dans tous les cas. D'une manière générale le taux en acides aminés essentiels est bas.

Acides aminés liés :

Le taux en acides aminés liés varie entre 0,015 et 35,08 %. Alanine, cystéine, glycine, lysine, méthionine, phénylalanine et proline sont présents dans toutes les variétés. Histidine et sérine ne sont présents que dans la variété Chausa.

La leucine n'est retrouvée que dans la variété Dusehri.

La proline qui est présente en très grande quantité dans la variété Chausa (35,8 %) n'est présente qu'en petite quantité dans les variétés Dehsi (0,25 %) et Dusehri (0,275 %).

VIII. Acides

El Sissi & Saleh (1970) identifient l'acide quinique et l'acide shikinique dans l'écorce.

L'extraction par l'acétone suivie d'une chromatographie deux dimensions révèle la présence de deux spots correspondants à l'acide quinique et l'acide shikinique.

Solvants : 1:n-butanol : acide acétique : eau (4:1:5, v/v/v); 2:phénol:eau (3:1 contenant 0,9 % d'acide formique - m/v)

Révélateurs : solution alcaline d'AgNO₃ ou réactif aniline/xylose.

Ces acides sont également trouvés dans les feuilles de *Mangifera indica* L.

IX. Sucres

L'extraction aqueuse de l'écorce de trois variétés de manguiers (Dehsi, Chausa, Dusheri) donne une réponse positive aux tests de mise en évidence des hydrates de carbone (Sharma & Ali - 1992).

Cet extrait est analysé par chromatographie papier et laisse apparaître du fructose, du mannose, de l'apiose et de l'acide glucuronique.

La composition en sucres varie en fonction de la variété :

Chausa : acide glucuronique, apiose, mannose

Dehsi & Dusheri : apiose et fructose.

L'hydrolyse acide de l'extrait aqueux indique la présence de fructose, ribose, glucose, galactose et xylose. Comme pour les sucres libres, la nature des sucres liés change en fonction de la variété.

Kahn, Nizami et Kahn (1993) déterminent également la présence de rhamnose et d'arabinose.

X. Terpènes

L'écorce de *Mangifera indica* L se révèle être riche en composés de nature terpénique. De nombreuses études ont déjà mis en évidence plus d'une trentaine de composés (Anjaneyulu - 1985, 1989, 1993, 1994) et Sharma & Ali (1993, 1994). Parmi ces composés on peut distinguer des triterpènes tétracycliques, pentacycliques, des sesquiterpènes acycliques ainsi que des stérols. Des hétérosides triterpéniques ont également été isolés (Khan, Nisami et Khan - 1993).

X.1. Saponines

Kahn, Nisami et Khan (1993) isolent de l'écorce de la tige des saponines triterpéniques pentacycliques.

X.1a. Extraction

L'écorce de tige est extraite plusieurs fois avec du méthanol.

Les extraits combinés sont évaporés sous pression réduite et le résidu est séparé par un mélange acétate d'éthyle et eau. La phase aqueuse est ensuite extraite par du butanol qui, évaporé, donne un mélange de saponines.

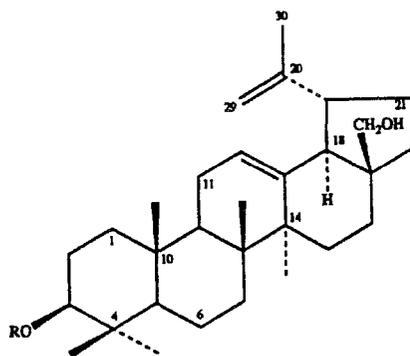
La CCM sur gel de silice éluée par un mélange CHCl_3 : MeOH (1:1, v/v) laisse apparaître une fraction qui est alors purifiée par HPLC. Deux mélanges de solvants différents permettent d'isoler l'indicoside A (MeOH : H_2O , 9:1, v/v) et l'indicoside B (MeOH : H_2O , 8,5:1,5, v/v).

X.1b. Identification

Indicoside A : Il est identifié par la mesure du point de fusion, du pouvoir rotatoire et l'analyse des spectres IR, RMN¹-H et RMN¹³-C.

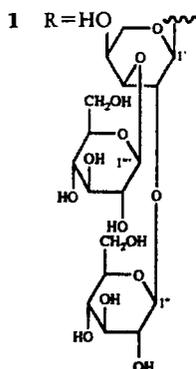
L'hydrolyse acide du composé A aboutit à la formation d'un composé (3), de glucose et d'arabinose qui sont séparés par CCM. Le composé (3) est purifié par CCM puis analysé par spectrométrie de masse et RMN¹H.

La partie aglycone de l'indicoside A est le lupa-12, 20(29)-diene-3 β -28 diol.



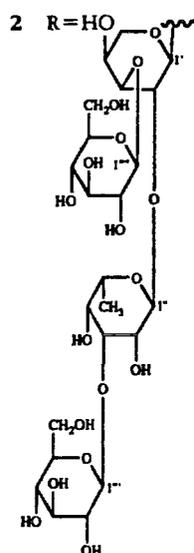
La RMN¹³C confirme que la chaîne hydrocarbonée est constituée de trois sucres. La spectrométrie de masse indique que le sucre terminal est un hexose et qu'un pentose est relié à l'aglycone.

L'hydrolyse libérant glucose et arabinose, les auteurs concluent que la chaîne hydrocarbonée est constituée d'une molécule d'arabinose et de 2 molécules de glucose. La partie glucosidique de l'indicoside est donc :



Indicoside B

Avec les mêmes méthodes d'identification les auteurs concluent que la partie aglycone de l'indicoside B est la même que pour l'indicoside A. La partie glucosidique de l'indicoside B est formée de 2 molécules de glucose, d'une molécule d'arabinose et d'une molécule de rhamnose.



X.2. Triterpènes

X.2a. Extraction - Séparation

Deux méthodes d'extraction sont utilisées régulièrement pour les terpènes de l'écorce de *Mangifera indica* L. Anjaneyulu et son équipe (1985, 1989, 1993, 1994) utilisent l'hexane alors que Sharma & Ali (1993, 1994) ainsi que Kahn (1994) utilisent de l'alcool (méthanol ou éthanol).

Extraction par l'hexane (cf. schéma d'extraction n° 4, p. 61)

La poudre d'écorce est extraite successivement par de l'hexane puis, par du méthanol. L'extrait hexanique est séparé en 3 fractions : fractions neutre - acide et phénolique et utilisant la procédure de Corsano et Mincione (1967).

-> La fraction neutre est chromatographiée sur colonne de silice successivement éluée par des mélanges de solvants de polarités croissantes : n-hexane, n-hexane-C₆H₆, C₆H₆, C₆H₆-EtOAc. La chromatographie permet de séparer des triterpènes tétracycliques et pentacycliques ainsi que des stérols.

-> La fraction acide, après estérification par du diazométhane (CH₂N₂), est également chromatographiée suivant la même procédure, ce qui permet d'identifier des acides triterpeniques : acide mangiféronique, acide mangiférolique, acide isomangiférolique et acide hydroxymangiférolique.

Extraction par de l'alcool

L'écorce est extraite avec de l'éthanol à 95 % (Sharma & Ali - 1993 - 1994). L'extrait est chromatographié sur colonne de silice éluée successivement par des mélanges de solvants de polarités croissantes : ether de pétrole, chloroforme et méthanol. Cette extraction permet la mise en évidence de sesquiterpènes acycliques (Sharma & Ali - 1993).

Kahn (1994) extrait la racine par du méthanol. De la même façon, le résidu est chromatographié sur colonne de silice en utilisant comme solvant : hexane, hexane-CHCl₃, CHCl₃, CHCl₃-MeOH et MeOH.

X.2b. Identification

La présence de triterpènes est révélée par une réaction de Lieberman-Buchart positive.

L'identification des composés se fait par la mesure du pouvoir rotatoire, l'analyse des spectres UV, IR, RMN¹H et RMN¹³C et grâce à la spectrométrie de masse.

Pour certains composés, l'analyse spectrale et la spectrométrie de masse ne suffisent pas à les identifier et il faut procéder alors à des oxydations, méthylations, acétylations déshydratations suivis par les analyses spectrales (UV, IR, RMN¹H, RMN¹³C) des composés obtenus.

La CCM et la chromatographie en phase gazeuse sont également utilisées.

X.2c. Résultats

Les différents composés identifiés sont regroupés dans le tableau ci-joint (cf. tab. 3).

Tab. 3 : COMPOSES TERPENIQUES DE L'ECORCE DE MANGIFERA INDICA L

Classe	Variété	Composé	Référence
TT	Bangapalli Neelum & Himayadin	C ₂₄ épimère du cycloart-25-ene-3 β , 24-diol	Anjaneyulu (1985, 1989, 1993)
TT	Bangapalli	24-méthylène-cycloartane-3 β , 26 diol	Anjaneyulu 1985, 1989
TP	Bangapalli, Neelum, Himsagar & Himayadin	ψ taraxastane-3 β , 20 - diol	Anjaneyulu 1985, 1989, 1993, 1994
Stérol	Bangapalli, Himayadin	Ocotillol II	Anjaneyulu 1985, 1993
TT	Neelum	Cycloartane - 3 β , 25 diol	Anjaneyulu 1989
TT	Racine	Cycloartane - 3 β , 30 diol	Kahn 1994
TT	Racine	Cycloartane - 30 - ol	Kahn 1994
TP	Neelum	Hopane - 1 β , 3 β , 22 triol	Anjaneyulu 1989
Stérol	Himsagar	Arachidate de sitostérol	Anjaneyulu 1994
Stérol	Himayadin	Glucoside de sitostérol	Anjaneyulu 1993
Stérols	Himsagar	. 6 β - hydroxystigmast - 4 - ene - 3 - one . 6 β - hydroxycampest - 4 - ene - 3 - one . 6 β -hydroxystigmasta - 4, 22 - diene - 3 - one	Anjaneyulu 1994
Stérol	Himsagar	5 α sigmastane - 3 β , 6 α diol	Anjaneyulu 1994
TP	Himsagar & Chausa	Friedelin	Anjaneyulu 1994 & Sharma 1993 - 1994
TP	Himsagar	. Friedelan - 3 β - ol . Friedelan - 3 α - ol	Anjaneyulu 1994
TT	Bamgapalli	Cycloart - 24 - ene - 3 β , 26 diol	Anjaneyulu 1985
TT	Bangapalli, Neelum & Chausa	C ₂₄ épimère du cycloart - 25 - ene - 3 β , 24, 27 triol	Anjaneyulu 1985 & 89 et Sharma 1993 - 94
TT	Bangapalli, Neelum & Himayadin	C ₂₄ épimère du cycloartane - 3 β , 24, 25 triol	Anjaneyulu 1985, 89, 93

Tab. 3 : COMPOSES TERPENIQUES DE L'ECORCE DE *MANGIFERA INDICA* L (suite)

Classe	Variété	Composé	Référence
TT	Bangapalli, & Himayadin	3 - oxodammar - 24E - ene - 20S, 26 diol	Anjaneyulu 1985, 93
TT	Bangapalli, Neelum & Himayadin	Cycloartenol	Anjaneyulu 1985, 89, 93
TP	Bangapalli, Neelum, Himayadin	. α amyryne . β amyryne	Anjaneyulu 1985, 89
Stérol	Bangapalli, Neelum, Himayadin & Himsagar	β sitosterol	Anjaneyulu 1985, 89, 93, 94
TT	Bangapalli	3 β - hydroxycycloart - 25 - ene - 26 al	Anjaneyulu 1985
TT	Neelum	3 β -hydroxycycloart - 24 - ene - 26 al	Anjaneyulu 1989
TT	Bangapalli	Dammaren diol	Anjaneyulu 1985
TT	Himayadin	3 - oxo - 20S, 24R - epoxy dammarane - 25 ξ , 26 diol	Anjaneyulu 1993
TP	Chausa	Taraxerol	Sharma 1993, 94
ATT	Himsagar,	3 α , 22 ξ - dihydroxycycloart - 24E - ene - 26 - oic acid	Anjaneyulu 1994
ATT	Bangapalli, Neelum, Himsagar, Himayadin	. Acide mangiféronique . Acide isomangiferolique . Acide mangiferolique . Acide hydroxymangiferolique	Anjaneyulu 1989, 85, 94, 93
ATT	Himsagar	Acide 29 - hydroxymangiferonique (3 - oxo - 29 - hydroxycycloart - 24E - ene - 26 - oic acid)	Anjaneyulu 1994
SA	Chausa	. Farnas - 5, 15 - olide . Farnas - 7 (14) - ene - 9, 12 diol	Sharma 1993
TP	Chausa	. Manghopanal (hopan - 28 - al) . Mangoleanone (oleanan - 3 - one)	Sharma 1994

TT Triterpene tetracyclique
 TP Triterpene pentacyclique
 ATT Acide triterpénique tétracyclique
 SA Sesquiterpene acyclique

EXTRACTION DES TRITERPENES DE L'ECORCE (Anjaneyulu 1985, 89, 94, 95)

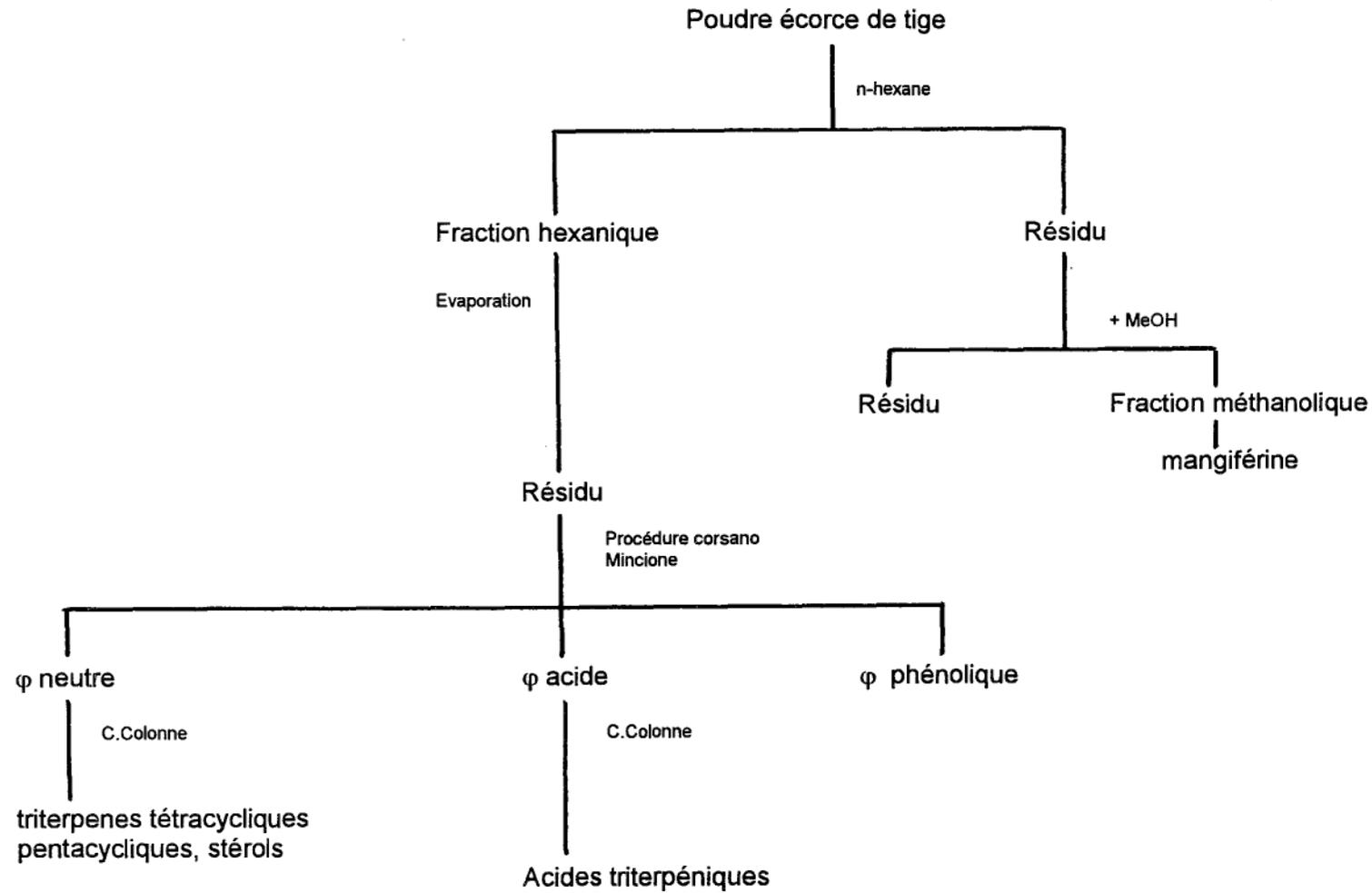


Schéma d'extraction n° 4

C. FRUIT

L'étude de la composition chimique de la pulpe de *Mangifera Indica* L. laisse apparaître de nombreux composés polyphénoliques : flavonoïdes, tanins, xanthones. On va retrouver également de nombreux pigments dont la plupart sont des pigments caroténoïdes mais la variété haden permet également la mise en évidence d'une anthocyanoside.

Le principal intérêt de la pulpe de la mangue est sa forte teneur en vitamines A et C.

I. Tanins

Jain (1961) suggère que les tanins ne sont présents qu'en petites quantités dans la pulpe et la peau de *Mangifera indica* L. : 0,16 et 0,105 %.

Ces résultats sont plus importants que ceux obtenus par Soule et Harding (1956) qui, utilisant le réactif de Folin-Denis, ont mesuré la teneur totale en tanins dans la mangue mature et la mangue verte de différentes variétés.

Dans les deux cas les résultats obtenus sont suffisants pour expliquer l'astringence des fruits.

El Ansari (1969) étudie les composés polyphénoliques présents dans les fruits et isole de l'acide gallique, acide di-gallique et tri-gallique ainsi que des tanins galliques.

I.1. Extraction (El Ansari - 1969)

Le fruit écrasé est extrait par de l'acétone à température ambiante pendant 4 jours.

Les solutions combinées sont évaporées et filtrées.

Le résidu de cristallisation obtenu après l'ajout de pyridine laisse apparaître l'acide ellagique.

Le filtrat est extrait successivement par de l'éther éthylique et de l'acétate d'éthyle. Les solvants des extraits éthers et d'acétate d'éthyle sont complètement éliminés. Les résidus obtenus sont analysés.

I.2. Séparation et identification

-> Polyphénols solubles dans l'éther

Le résidu de l'extrait étheré est mélangé à du méthanol (10 ml) puis chromatographié sur colonne de cellulose éluée successivement avec de l'eau, du méthanol aqueux 20 % et méthanol aqueux 50 %.

L'analyse des différentes fractions se fait essentiellement par CCM deux dimensions.

-> **Polyphénols solubles dans l'acétate d'éthyle**

La fraction soluble dans l'acétate d'éthyle est chromatographiée sur papier en deux dimensions. La révélation indique une forte présence de tanins galliques.

I.3. Résultats

La fraction soluble dans l'éther permet d'identifier de l'acide gallique et tri-gallique.

La fraction soluble dans l'acétate d'éthyle contient majoritairement des tanins galliques.

El Ansari (1971) isole à nouveau ce tanin gallique et l'identifie à l'aide des spectres IR et RMN¹H. Ces tanins galliques isolés du fruit sont de nature identique à ceux isolés des fleurs. Ils sont formés d'un noyau β -penta-O-galloylglucose possédant au moins 3 groupements galloyls supplémentaires.

II. Flavonoïdes

L'extraction de la pulpe de *Mangifera indica* L. par El Ansari (1969) laisse apparaître de la quercétine et de l'isoquercitrine qui sont présents également dans l'écorce et la feuille.

Kostermans (1993) fait également part de la présence de kaempférol et de myricétine dans le fruit du manguier.

III. Anthocyanoside

Proctor et Creasi (1969) identifient la peonidine-3-galactoside dans la mangue de la variété haden originaire de la Floride. Cette anthocyanoside est extraite de la peau du fruit par un mélange méthanol-HCl.

Elle est séparée par chromatographie papier et sur couche mince. Elle est identifiée par comparaison des données spectrales avec celles d'anthocyanosides connues.

IV. Xanthone

La mangiférine a été isolée et identifiée par Iseda (1957) dans la pulpe du fruit. El Ansari (1969) extrait la mangiférine par de l'acétone.

V. Sucres

Jain (1961) indique la présence de glucose, fructose et maltose dans le fruit. En fait, les sucres solubles les plus importants sont le sucrose (74 %), le fructose (21 %), et le D-glucose (5 %). La teneur totale en sucre varie entre 15 et 20 % du poids frais (Brekke - 1992).

La teneur en amidon peut atteindre 15 % de la pulpe fraîche (Hulme- 1971).

Selvaraj (1989) montre que la teneur totale en sucre augmente fortement avec la maturation du fruit (4,9 g pour 100 g de pulpe dans la mangue immature à 22,4 g pour 100 g de pulpe dans la mangue mature).

VI. Acides organiques

L'acidité totale du fruit varie de 0,13 à 0,71 %.(Hulme - 1971). Fang (1965) étudie les acides organiques non volatiles de deux variétés de mangues cultivées à Taïwan. Il indique la présence d'acide glycolique, acide oxalique, acide malique, acide tartrique et acide citrique.

En fait, la teneur totale en acide varie de 0,2 à 0,5 % du poids et le pH peut atteindre 4,7 dans certaines variétés. L'acide citrique est le plus abondant (environ 60 % des acides totaux). La majeure partie des autres acides est constituée par de l'acide malique (24 %), acide succinique (10 %) ainsi que de l'acide uronique et ascorbique (Brekke, J.E. - 1992).

Selvaraj (1989) constate que l'acide citrique et l'acide malique sont les acides prépondérants et remarque également que l'acidité totale diminue fortement (6 à 9 fois) au cours de la maturation du fruit en même temps que la teneur en sucre augment (cf. tab. 4).

VII. Protéines

Une étude de Kholi (1987) effectuée sur 9 variétés de mangues indique que la concentration en protéines varie de 0,98 g/100 g à 3,27 g/100 g.

La présence d'acides aminés et leur concentration est également variable.

VII.1. Extraction

La pulpe fraîche est mélangée avec de l'eau distillée puis est centrifugée. Le surnageant est éliminé et le résidu est lavé plusieurs fois avec de l'eau distillé puis est à nouveau centrifugé.

CHANGES IN CHEMICAL COMPOSITION OF RIPENING MANGO FRUIT

Cultivar	Days after harvest	Acidity (as citric acid %)	Sugar to acid ratio	Citric acid (mg%)	Malic acid (mg%)	Citric to malic acid ratio	Total soluble amino acids (mg %)
Alphonso	0	2.78	2.97	188.1	37.5	5.02	166
	2	1.44	9.46	150.0	33.2	4.26	190
	4	0.94	15.18	122.9	49.0	2.51	183
	6	0.39	39.15	113.8	37.7	3.02	172
Banganapalli	0	2.89	1.60	124.8	31.9	3.92	135
	2	0.96	6.69	111.5	24.6	4.53	180
	4	1.13	8.84	108.5	27.5	3.94	190
	7	0.45	30.48	53.7	23.4	2.29	166
Dasheri	0	1.54	3.34	395.1	44.1	8.98	97
	2	1.23	23.31	184.0	32.3	5.75	68
	4	0.26	49.54	96.2	44.4	2.18	44
	7	0.18	81.68	80.4	48.0	1.67	54
Fazli	0	2.19	3.54	148.9	31.5	4.73	150
	2	1.17	8.37	140.8	29.9	4.70	100
	4	0.69	17.86	103.4	32.4	3.14	166
	7	0.24	52.20	95.6	45.9	2.08	161
Langra	0	1.32	3.99	500.1	78.0	6.41	136
	2	1.05	12.59	420.3	48.1	8.91	155
	4	0.47	27.12	168.0	45.2	3.73	142
	7	0.21	63.50	123.0	49.0	2.51	110
Suvarnarekha	0	3.44	0.81	188.0	20.9	8.97	135
	2	2.65	1.51	173.1	19.9	8.72	130
	4	1.69	6.29	168.3	26.0	6.48	168
	7	0.52	27.93	80.5	31.3	2.57	178
Totapuri	0	1.69	4.23	167.7	33.5	5.01	227
	2	1.43	5.90	141.0	33.0	4.28	232
	4	1.22	7.63	127.6	34.6	3.69	222
	8	0.18	71.01	103.8	49.5	2.09	241

Values are the average of two determinations.

Tab. 4 : (Selvaraj 1989) Evolution de la composition de la mangue lors de la maturation

Les surnageants combinés sont concentrés. Une partie est utilisée pour l'analyse des acides aminés libres et l'autre pour extraire les acides aminés liés.

Une fraction de l'extrait est mélangée avec du méthanol jusqu'à complète précipitation. Le tout est centrifugé. Le surnageant est écarté et le résidu est lavé avec de l'éthanol jusqu'à ce que les liquides de lavage réagissent négativement avec la ninhydrine. Le précipité protéique purifié est séché puis, est hydrolysé avec de l'HCl 6N. Le résidu est analysé pour déterminer les acides aminés liés.

VII.2. Séparation et identification

La séparation et l'identification des acides aminés se font par :

- chromatographie papier 2 dimensions (solvants : n-butanol:acide acétique:eau, 4 : 1:1 v/v/v et phénol/eau, 3:1 m/v - révélation avec de la ninhydrine)
- CCM sur gel de silice (même solvant utilisé, et même révélateur)
- Electrophorèse

La teneur en protéines est calculée en multipliant la teneur en azote déterminée par la méthode de Micro-Kjeldahl par 6,25.

VII.3. Résultats

Les protéines du fruit de *Mangifera indica* L. sont de nature protamine.

La teneur en protéines varie de 0,98 à 3,27 g/100 g de pulpe fraîche.

La teneur en acides aminés libres varie de 30 à 126 mg/100 g de pulpe fraîche.

Les acides aminés présents dans toutes les variétés étudiées sont : alanine, acide glutamique, histidine, isoleucine, proline et valine. D'autres acides aminés libres sont identifiés mais ne sont pas présents dans toutes les variétés : acide α amino-butérique, norleucine, tryptophane, arginine, hydroxyproline, asparagine, ornithine, phénylalanine, thréonine, glutamine, lysine, sérine, tyrosine.

En général les taux en acides aminés essentiels sauf l'histidine, l'isoleucine et la valine sont bas et les acides aminés leucine et méthionine ne sont pas détectés à l'état libre.

Les acides aminés liés présents dans toutes les variétés sont : alanine, acide aspartique, arginine, cystine, acide glutamique, glycine, histidine, isoleucine, leucine, lysine, méthionine, phénylalanine, proline, sérine, thréonine, tyrosine et valine.

VIII. Teneur en eau

Elle varie de 73 à 81 g/100 g de pulpe fraîche (Kohli - 1987 et Brekke - 1992).

IX. Vitamines

IX.1. Vitamines hydrosolubles

A. Vitamine C

*** Présentation**

La vitamine C ou acide ascorbique intervient dans diverses réactions d'oxydo-réduction cellulaires. Sa carence provoque le scorbut (gingivite accompagnée d'hémorragies à localisations diverses).

A dose élevée la vitamine C est utilisée comme traitement adjuvant dans les coryzas, états grippaux et en cas d'asthénie.

Les mangues sont une source particulièrement riche en vitamine C. D'après un relevé de Singh (1960) portant sur plus de 50 variétés, la teneur en vitamine C des mangues mures varie de 13 à 178 mg/100 g.

*** Dosage**

Le dosage de l'acide ascorbique se fait par HPLC (Vinci, Botré, Mele & Ruggieri - 1995). La chair du fruit est homogénéisée à température ambiante. Une fraction de l'homogénéat est pesée précisément puis transférée dans une fiole jaugée teinte de 100 ml et diluée avec de l'eau bi-distillée.

La fiole est soniquée pendant 5 minutes. Le mélange est alors centrifugé à 5000 tours/minute pendant 10 minutes à 20°C. Le volume du surnageant après centrifugation est mesuré précisément.

Une fraction du surnageant est filtrée sur membrane (diamètre = 0,4 µ) et 10 µl sont injectés dans l'appareil HPLC. L'identification et le dosage de l'acide ascorbique se fait par comparaison du temps de rétention par rapport à un standard.

* Résultats

La teneur en acide ascorbique a été mesurée à deux étapes différentes de la maturité du fruit : (cf. tab. 5).

1. Mangue mature fraîchement cueillie
2. Mangue murie artificiellement pendant 1 semaine

Content of ascorbic acid in 11 different exotic fruits at two stages of ripeness

Fruit	[AA] (fresh) (mg/100 g) ^a	[AA] (artificially ripened) (mg/100 g) ^a	Loss (%)
Avocado pear	10.23 ^b	2.80 ^b	72.8 ^b
Babaco	31.20	18.06	42.1
Feijoa	n.d. ^b	n.d. ^b	n.d. ^b
Grapefruit	64.78	45.08	30.4
Kiwi	67.23	45.93	31.7
Kumquat	55.29	37.23	32.7
Litchi	21.94	13.08	40.4
Mango	25.32	16.38	40.4
Papaya	88.20	53.78	39.0
Passion fruit	64.78	39.36	39.2
Pineapple	30.60	18.12	40.8
Lemon	51.30	—	—
Orange	49.80	—	—

^aConsidering only the edible part of the fruit.

^bNot detectable with precision because of oxidation processes.

Tab. 5 : (Vinci 1995) Teneur en acide ascorbique de 11 fruits exotiques

On observe une teneur importante en acide ascorbique (25,32 mg/100 g - Vinci (1995), 35 mg/100 g - Brekke - 1992) mais cette teneur diminue fortement après seulement une semaine de maturation artificielle : la perte en acide ascorbique est de 30 à 40 %.

Ces résultats indiquent que la qualité nutritionnelle (du moins concernant la vitamine C) est fortement dévaluée lorsque le fruit a été mené à maturation artificiellement, ce qui se pratique couramment.

B. Vitamine B1 : thiamine

* Présentation

La vitamine B₁ joue un rôle important comme facteur co-enzymatique dans la production de l'énergie nécessaire aux besoins cellulaires (cycle de Krebs, Voie des Pentoses et synthèse de l'acétyl-choline).

En cas d'apport insuffisant, la carence en vitamine B₁ s'installe rapidement car les réserves de l'organisme ne permettent pas de couvrir les besoins au-delà de 8 jours.

* Teneur

Stahl (1935) donne des valeurs en vitamine B₁ allant de 35 à 60 µg pour 100 g.

Quinones (1944) présente des valeurs comprises entre 57 et 60 µg pour 100 g après une étude portant sur 4 variétés de mangues philippines.

Brekke, J.E. (1992) indique une teneur de 50 µg/100 g.

C. Vitamine B₂ : Riboflavine

* Présentation

La vitamine B₂ appartient à la classe des flavines, colorant jaune à 3 noyaux condensés dérivés de l'isoallaxazine.

La riboflavine est légèrement soluble dans l'eau et donne une solution très colorée jaune et fluorescente entre les pH 3 et 9.

Les flavoprotéines sont réductibles et se transforment en leucoferments par fixation de 2 H. C'est par ce mécanisme qu'elles interviennent dans les oxydations cellulaires en se réduisant et se ré-oxydant réversiblement. Les flavoprotéines occupent une place fondamentale dans les oxydations biologiques et le métabolisme intermédiaire.

La vitamine B₂ agit sous sa forme active phosphorylée en tant que co-enzyme dans le nombreuses réactions enzymatiques, en particulier celle du métabolisme glucidique.

* Teneur

Stahl (1935) donne des valeurs comprises entre 45 et 55 µg pour 100 g et Quinones (1944) des valeurs comprises entre 37 et 73 µg pour 100 g.

Brekke, J.G. (1992) indique une teneur de 50 µg/100 g.

IX.2. Vitamines liposolubles

IX.2.1. Présentation

La mangue est très riche en carotènes et en pigments caroténoïdes capables d'être transformés en vitamine A dans le corps humain.

De formule brute $C_{40}H_{40}$, ils sont formés d'une longue chaîne hydrocarbonée présentant une série de doubles liaisons conjuguées, disposition qui explique la coloration des composés.

On connaît 3 carotènes isomères α , β et χ qui ne diffèrent que par des détails de structure.

Les carotènes, ainsi que certains de leurs dérivés d'oxydation qui existent dans la nature (criptoxanthine, myxoxanthine, astaxanthine) sont des pro-vitamines A.

La vitamine A ou rétinol ou vitamine anti-xerophthalmique joue un rôle important dans différents processus du corps humain. Elle est indispensable au développement et à la différenciation des tissus. Elle est nécessaire à la croissance, intervient dans le processus de reproduction et surtout, elle est primordiale pour la vision. Elle joue également un rôle dans la résistance face aux infections.

La teneur en vitamine A de la mangue est d'environ 1750 UI/100 g (Brekke, J.E. - 1992).

Les carotènes de la mangue ont été isolés pour la première fois en 1932 (Jungalwala - 1963). L'étude de leur activité optique et de leurs spectres d'absorption lui fait conclure qu'il s'agissait d'une mélange d' α et β carotènes.

IX.2.2. Extraction/Séparation/Identification

-> Jungalwala (1963) extrait la pulpe du fruit par un mélange éthanol/acétone puis éther de pétrole /éther éthylique (1:1 v/v). Les extraits sont alors filtrés puis lavés jusqu'à disparition de l'acétone et de l'éthanol.

La phase éther de pétrole/éther éthylique contenant les caroténoïdes est séchée sur Na_2SO_4 anhydre, filtrée puis concentrée sous pression réduite. L'huile obtenue est dissoute dans l'éthanol et saponifiée par KOH alcoolique à 10 % (m/v) à 60°C pendant 30 minutes.

L'insaponifiable est dissous dans de l'éther de pétrole et après une nuit à -32°C, les stérols précipités sont éliminés par filtration. La séparation des différents constituants se fait par chromatographie en phase liquide. La teneur totale en caroténoïdes présents dans la pulpe de 12,5 mg/100 g de poids frais.

Le β carotène représente 60 % des caroténoïdes totaux. Les carotènes non oxygénés prédominent sur les caroténoïdes oxygénés dans une proportion de 7:3. (cf. tab. 6)

-> Des études plus récentes, Bhaskarachary (1995) et Pilar Cano (1994) déterminent la teneur en carotènes de la mangue par HPLC. Ils estiment qu'il s'agit de la méthode de

détermination la plus fiable, la plus efficace et la plus reproductible pour l'analyse des caroténoïdes.

IX.2.3. Résultats

La teneur en caroténoïdes est de 12,5 mg/100 g de pulpe fraîche. Le β carotène représente dans tous les cas plus de 60 % des caroténoïdes totaux.

Jungalwala met en évidence 16 caroténoïdes différents appartenant à 2 classes : les carotènes non oxygénés et les caroténoïdes oxygénés (cf. tab. 6).

La pulpe de *Mangifera indica* L. peut être caractérisée par la présence de luteoxanthine et de violaxanthine qui sont présents en quantités significatives alors qu'ils sont rarement détectés dans les autres fruits.

L'étude de Pilar Cano (1994) utilisant comme technique l'HPLC a permis de déterminer la présence de 33 caroténoïdes différents dans la pulpe de *Mangifera indica* L.

Ces caroténoïdes sont classés en 4 groupes (cf. tab. 7) :

- a) xanthophiles (caroténoïdes oxygénés)
- b) caroténoïde mono ester d'acide gras
- c) carotènes non oxygénés (β carotènes)
- d) caroténoïde bis ester d'acide gras

On peut noter que le di-ester d'acide gras de la néoluteine ainsi que le di-ester d'acide gras de la violaxanthine n'avaient été jusque là détectés que dans les pêches.

RELATIVE AMOUNTS OF INDIVIDUAL CAROTENOIDS PRESENT IN MANGO PULP	
(Total carotenoids present, 12.5 mg. per 100 g. of fresh pulp)	
Carotenoid	Wt of total carotenoids present %
CAROTENE HYDROCARBONS	
Phytoene	3.70
Phytofluene	6.89
Cis- β -carotene	0.36
β -Carotene	59.50
γ -Carotene	0.01
OXYCAROTENOIDS	
5,6-Monoepoxy- β -carotene	0.85
Mutatochrome	1.52
Cryptoxanthin	0.66
Violaxanthin	1.25
Cis-violaxanthin	9.02
Antheraxanthin	1.01
Cis-antheraxanthin	0.50
Zeaxanthin	0.01
Luteoxanthin	11.25
Mutatoxanthin	0.76
Auroxanthin	2.71

Tab. 6 : (Jungalwala 1963) Représentation des caroténoïdes dans la pulpe de mangue

**Identification of Peaks of Carotenoids of Raw,
Frozen, and Canned Mango Extracts Separated by HPLC**

peak	carotene	λ , nm
1	<i>trans</i> -violaxanthin	420, 442, 470
2	<i>trans</i> -luteoxanthin	396, 420, 448
3	9- <i>cis</i> -neoxanthin	412, 436, 464
4	violaxanthin	420, 442, 470
5	neochrome	398, 422, 444
6	lutein 5,6-epoxide	420, 440, 472
7	lutein epoxide	418, 440, 472
8	neolutein epoxide A	412, 436, 464
9	neolutein epoxide B or B'	420, 440, 470
10	flavoxanthin	398, 422, 448
11	mutatoxanthin	396, 418, 442
12	neolutein B	418, 442, 470
13	neolutein B'	420, 440, 470
14	neolutein A	412, 436, 464
15	<i>trans</i> -antheraxanthin	418, 440, 470
16	<i>cis</i> -antheraxanthin	412, 436, 464
17	violaxanthin monoester	420, 440, 466
18	<i>trans</i> -mutatochrome	404, 426, 454
19	<i>cis</i> -mutatochrome	(292), 404, 426, 454
20	violaxanthin monoester	416, 436, 466
21	violaxanthin monoester	414, 436, 464
22	neolutein B monoester	418, 440, 470
23	violaxanthin monoester	412, 436, 464
24	neolutein B monoester	418, 440, 470
25	violaxanthin monoester	412, 436, 464
26	β -carotene	428, 450, 478
27	neolutein B diester	420, 442, 470
28	neolutein B diester	418, 440, 470
29	violaxanthin diester	412, 436, 464
30	neolutein B diester	418, 440, 470
31	violaxanthin diester	412, 436, 464
32	neolutein B diester	418, 440, 470
33	violaxanthin diester	414, 436, 464

Tab. 7 : (Pilar Cano 1994) Les carotenoides séparés par HPLC dans la pulpe de mangue)

X. Lipides

X.1. Généralités

Les différentes études sur les lipides de la pulpe de mangue permettent de différencier plusieurs classes de lipides :

- lipides apolaires
- insaponifiables (squalene, stérols, triterpènes, vitamines liposolubles)
- triglycérides
- glycolipides
- phospholipides.

D'après une étude de Selvaraj (1989) portant sur 8 variétés de mangues différentes, le pourcentage en lipides totaux contenus dans la pulpe varie de 0,305 % à 0,908 %.

Les analyses effectuées à J0, J2, J4 et J6 après la récolte permettent de constater que la teneur en lipides varie en fonction de la variété mais également en fonction du stade de maturation (cf. tab. 8).

X.2. Etude des acides gras

Une équipe brésilienne Goes, Brun et Martins (1994) étudie la composition en acides gras de 5 fruits tropicaux dont la mangue.

X.2a. Extraction des lipides totaux

La pulpe, séparée de la peau et du noyau, est extraite par un mélange méthanol/chloroforme.

X.2b.. Dérivatisation

La fraction contenant les lipides totaux est méthyliée afin d'obtenir un mélange d'esters méthyliques d'acides gras. Ce sont ces esters qui seront ensuite séparés et identifiés.

X.2c. Séparation et identification

La séparation des esters méthyliques et la détermination des acides gras se font par chromatographie en phase gazeuse associée à une spectrométrie de masse.

X.2d. Résultats

On observe la présence d'acide palmitique, acide oléique, acide linoléique, acide stéarique, acide éicosénoïque et d'acide behénique. Les acides palmitique, linoléique et oléique semblent être les acides gras majoritairement présents dans la pulpe de *Mangifera indica* L. (cf. tab. 9).

X.2e. Cas de l'acide cis-vaccénique

Présentation

Une équipe de Japonais, Shibahara, Yamamoto, Nakayama, Kajimoto travaillent depuis plusieurs années sur la composition en acides gras de la pulpe de *Mangifera indica* L. C'est ainsi qu'en 1986, ils mettent en évidence l'acide cis-vaccénique ou acide cis-11-octadécénoïque dans la pulpe de *Mangifera indica* L.

Il s'agit là d'une information importante car cet acide représente tout de même 35 à 50 % des acides octadécénoïques. Il est l'un des constituants majeurs des acides gras formant les glycérides, les glycolipides et les phospholipides de la pulpe de *Mangifera indica* L. On peut même constater que la teneur en acide cis-vaccénique dans les glycolipides de la pulpe est supérieure à celle d'acide oléique (20 % et 15 % respectivement).

Cet acide est essentiellement concentré dans la pulpe de la mangue mais des traces ont également été détectées parmi les lipides de la graine de mangue.

L'acide cis-vaccénique est bien connu pour être un constituant des acides gras des micro-organismes et des tissus humains et animaux. Chez les plantes supérieures, les premiers rapports de l'existence de cet acide datent de 1960 mais peu d'articles ont été publiés. Ce manque d'intérêt pour l'acide cis-vaccénique présent chez les plantes supérieures était probablement dû à sa faible concentration dans les huiles végétales communes associée à des difficultés de procédures analytiques. C'est grâce au progrès de la chromatographie en phase gazeuse qu'il a été possible de détecter et de déterminer l'acide cis-vaccénique parmi les lipides de différentes plantes. En 1982, Shibahara propose une nouvelle procédure analytique permettant la détermination de l'acide cis-vaccénique par l'intermédiaire de son dérivé pyrrolidine grâce aux méthodes couplées de chromatographie en phase gazeuse et de spectrométrie de masse. Plus tard, il propose sa détermination par l'intermédiaire de son dérivé bis (méthylthio), (Shibahara - 1986).

Extraction - Shibaraha (1986)

La pulpe séparée de la peau et du noyau est immergée dans de l'eau bouillante pour inactiver les enzymes. La pulpe est homogénéisée par un mélange chloroforme/méthanol (2:1 v/v).

Dérivatisation

Pour séparer les différents acides gras il est nécessaire de passer par l'intermédiaire de dérivés :

1. Les lipides totaux sont traités par un mélange KOH/méthanol afin d'obtenir des esters méthyliques d'acides gras.
2. Les dérivés triméthylsilylés sont préparés à partir des esters méthyliques d'acides gras
3. Les dérivés diméthyl-di-sulfides des méthyl-mono-enoates sont également préparés.

Séparation et identification

-> Chromatographie sur colonne de silice :

La séparation des lipides totaux en 3 classes de lipides a été obtenue en éluant successivement avec du chloroforme pour séparer les lipides apolaires, de l'acétone pour séparer les glycolipides et du méthanol pour les phospholipides.

-> HPLC :

Une première séparation des esters méthyliques d'acides gras est faite en fonction de la longueur de la chaîne hydro-carbonée.

Phase mobile : méthanol/eau (90:10 v/v)

CHANGES IN MAJOR LIPID CONSTITUENTS OF RIPENING MANGO FRUIT

Cultivar	Days after harvest	Total lipids (%)	Unsaponifiables (%)	Phospholipids (mg %)	Free fatty acids as acid value	Total fatty acids (%)	Sterol (mg %)	Squalene (mg %)
Alphonso	0	0.671	0.025	58.9	162	0.358	6.4	0.34
	2	0.803	0.055	52.7	114	0.438	8.2	0.68
	4	0.785	0.060	50.1	123	0.523	8.2	0.51
	6	0.908	0.068	49.9	20	0.800	12.3	0.51
Banganapalli	0	0.305	0.036	72.7	46	0.224	4.8	0.34
	2	0.319	0.032	70.6	44	0.239	5.0	0.34
	4	0.382	0.040	62.0	42	0.291	5.9	0.34
	7	0.465	0.043	59.5	33	0.360	7.2	0.17
Dasheri	0	0.388	0.036	59.4	38	0.255	5.2	0.28
	2	0.359	0.054	56.8	50	0.269	5.9	0.23
	4	0.382	0.025	41.3	22	0.281	6.8	0.34
	7	0.451	0.036	52.3	17	0.360	7.2	0.40
Fazli	0	0.444	0.030	65.7	184	0.222	6.8	0.51
	2	0.445	0.035	46.1	81	0.245	9.2	0.17
	4	0.457	0.057	39.0	54	0.380	9.9	0.34
	7	0.388	0.053	41.3	29	0.263	9.4	0.51
Langra	0	0.425	0.049	79.0	53	0.329	4.4	0.36
	2	0.455	0.051	73.6	84	0.345	5.9	0.51
	4	0.556	0.049	87.3	32	0.466	6.7	0.34
	7	0.543	0.022	79.0	25	0.504	8.2	0.55
Suvarnarekha	0	0.263	0.025	90.5	136	0.141	4.4	0.17
	2	0.249	0.026	78.9	106	0.166	4.1	0.23
	4	0.300	0.031	72.7	80	0.199	5.4	0.28
	7	0.417	0.046	60.5	42	0.381	6.7	0.11
Totapuri	0	0.401	0.028	48.6	148	0.132	8.2	0.36
	2	0.409	0.028	48.6	148	0.132	8.2	0.36
	4	0.434	0.034	42.3	71	0.132	8.2	0.51
	8	0.445	0.033	24.4	46	0.131	8.9	0.34

Values are the average of 2 independent determination

Tab. 8 : (Selvaraj 1989) Evolution de la composition lipidique de la pulpe de mangue au cours de la maturation

- Fatty acids content (g/100g) of the mango pulp.

FATTY ACID	CHAIN	CONTENT (g/100g)
palmitic	C 16:0	7.01 (31.11)
linoleic	C 18:2	46.20 (22.08)
oleic	C 18:1	38.28 (21.80)
stearic	C 18:0	3.83 (1.00)
eicosenoic	C 20:1	3.90
behenic	C 22:0	0.78

Tab. 9 : (Goes 1994) Principaux acides gras de la pulpe de mangue

-> CCM et CCM sur support AgNO₃

. La CCM classique sur gel de silice est utilisée pour séparer les lipides apolaires en utilisant comme solvant un mélange hexane/ether/acide acétique (80:30:1, v/v/v).

Elle permet également la purification d'une petite quantité d'esters méthyliques d'acides gras ainsi que des dérivés diméthyl-disulfides des esters méthyliques d'acides gras (monoenoates) en utilisant un système hexane/ether/acide acétique (90:10:1, v/v/v).

. La CCM sur support AgNO₃ utilise deux systèmes différents :

- Système I :

Mélange benzène/ether (90:10 v/v) pour séparer les esters méthyliques d'acides gras en fonction du nombre de doubles liaisons et de la configuration cis/trans.

- Système II :

Développement multiple par le toluène pour séparer les monoenoates en fonction de la position des doubles liaisons sur la chaîne aliphatique.

La révélation se fait par pulvérisation d'un mélange à 0,02 % de dichlorofluoresceine méthanolique. La lecture se fait sous UV à 254 nm.

-> Chromatographie phase gazeuse

-> Chromatographie phase gazeuse couplée à la spectrométrie de masse.

-> Spectres IR et UV.

Résultats

La pulpe contient 0,2 à 0,3 % de lipides (O-acyl-lipides, acides gras libres, stérols, pigments, autres lipides).

Les acides palmitique, palmitoléique, oléique et cis-vaccénique représentent plus de 65 % des acides gras constituant les lipides apolaires, les glycolipides et les phospholipides.

L'acide linoléique est peu présent parmi les lipides de la pulpe de *Mangifera indica* L.

Une quantité anormale d'un acide octa-décadiénoïque est détectée dans les proportions de 3 à 8 % des acides gras totaux. La structure de ce composé est supposée alors être l'acide cis-9, cis-15-octadécadiénoïque.

L'acide cis-vaccénique est présent dans les 4 variétés de mangues étudiées et sa teneur varie de 35 à 50 % des acides octadécénoïques. Les auteurs concluent que la composition en acides gras des lipides de la pulpe de mangue est caractérisée par la présence d'acide vaccénique et d'acide palmitoléique.

L'acide cis-vaccénique est également présent dans la graine mais en petite quantité (0,5 % des acides gras totaux).

X.2f. Un nouvel acide gras : l'acide octa-decadiénoïque

Présentation/Intérêt

Cet acide a été détecté par Shibahara en 1986 mais c'est en 1993 qu'il détermine sa structure comme étant l'acide cis-9, cis-15-octa-decadiénoïque. Cette molécule représente plus de 5 % des groupements acyls des lipides totaux de la pulpe de mangue.

C'est la première fois que cette molécule est complètement identifiée parmi les lipides d'une plante supérieure.

Extraction/Séparation/Identification

Shibahara utilise les mêmes procédés que pour l'étude de l'acide cis-vaccénique.

Afin de déterminer les positions des doubles liaisons, un échantillon d'esters méthyliques d'acide gras est partiellement réduite par l'hydrazine et une hydrogénation catalytique dans de l'hexane en présence de platine noir à 35°C permet d'obtenir des esters saturés.

Résultats

L'analyse GC-MS indique la présence d'une molécule qui possède une voie de fragmentation très similaire à celle du méthyl-linoléate. De plus, l'hydrogénation complète d'un aliquot du mélange d'esters méthyliques d'acides gras aboutit à la disparition de ce composé sur le chromatogramme.

Ces résultats suggèrent aux auteurs qu'il s'agit d'un isomère de position de l'acide linoléique.

L'analyse des spectres IR et UV de la fraction diénoate des esters méthyliques d'acides gras montre qu'il n'y a pas d'absorption dans la région 960 - 970 cm⁻¹ pour le spectre IR ni dans la région 230-235 nm pour le spectre UV. La molécule ne possède donc pas de doubles liaisons conjuguées ou en position trans.

L'hydrogénation totale d'un aliquot de la fraction dienoate aboutit à l'apparition d'un nouveau pic lors de la chromatographie en phase gazeuse et de la chromatographie en phase gazeuse couplée à la spectrométrie de masse, correspondant au stéarate de méthyle (acide stéarique C₁₈, acide saturé). Cela indique qu'il n'y a pas de branchement sur la chaîne aliphatique;

Les dérivés diméthyl disulfide de la fraction dienoate sont séparés par CCM et analysés par spectrométrie de masse. Les résultats obtenus permettent d'affirmer que les 2 doubles liaisons de la nouvelle molécule se situent sur le C₉ et le C₁₅.

Il s'agit donc du all - Cis - 18 : 2 (9, 15) .

L'étude de la graine et de la peau montre que le Cis - 18 : 2 (9,15) est essentiellement présent dans la pulpe de *Mangifera indica* L. (cf. tab. 11).

La répartition de l'acide Cis - 18 : 2 (9,15) parmi les lipides de la pulpe de *Mangifera indica* L. est la suivante :

- . Lipides apolaires : 4,6 % des groupements acylés :
- . Tryglicérides : 4,4 % " " "
- . Glycolipides : 3,1 % " " "
- . Phospholipides : 8,1 % " " "

Cette molécule qui représente 5,4 % des acides gras totaux est fortement concentrée dans les phospholipides. En comparaison, l'acide linoléique est plutôt un composé minoritaire (1,1 %). La pulpe de *Mangifera indica* L. est donc caractérisée par la présence de cet acide gras inhabituel.

Major Fatty Acid Composition and *cis*-Vaccenic Acid Content in Pulp Lipids of Mango Grown in the Philippines in 1985^a

Peak no. ^c	Fatty acid	Lipid class ^b (wt %)				Total lipids
		Nonpolar lipids	Triacylglycerols	Glycolipids	Phospholipids	
2	14:0	9.5	8.6	1.3	3.5	5.7
7	16:0	23.9	28.2	17.3	24.5	22.2
8	16:1(n-7)	16.3	16.7	14.4	16.7	17.3
9	16:1(n-5)	1.3	0.7	1.5	0.8	1.3
14	18:0	1.2	1.6	0.4	0.3	0.5
(I)	18:1(n-9)	14.1	13.5	15.3	21.4	15.8
(II)	18:1(n-7)	14.3	14.3	21.5	13.9	14.5
16	18:2(9,12)	0.4	0.8	0.9	0.3	0.6
17	18:2(9,15)?	4.6	4.4	3.1	8.1	5.4
18	18:3(9,12,15)	8.5	3.8	15.6	6.3	9.7
	Others ^d	5.9	7.4	8.7	4.2	7.0
<i>cis</i> -Vaccenic						
<i>cis</i> -Vaccenic + oleic ^e		50.4	51.4	58.4	39.4	47.9

^aDetermined by capillary GC. Each value is an average of three determinations.

^bCorresponding to those in Table 1.

^cCorresponding to those in Fig. 1.

^dIncluding minor fatty acids (below 0.2%) and unidentified fatty acids.

^eCalculated from the data by capillary GC, followed by confirming the values by mass chromatography as their dimethyl disulfide adducts.

Tab. 10 : (Shibahara 1986) Composition en acides gras des principales classes de lipides de la pulpe de *Mangifera indica* L.

Distribution of octadecadienoic acids in mango fruit grown in the Philippines in 1989^a

Part	Octadecadienoic acid (wt% of total fatty acids)	
	18:2(9,12)	18:2(9,15)
Seed	6.5	n.d. ^b
Peel	4.2	1.0
Pulp	1.1 ^c	5.4 ^c

^a Each value is the average of three determinations.

^b Not detected.

^c Quoted from Table II.

Tab 11 : (Shibahara 1993) Répartition des acides octadecadiénoïques dans le fruit de manguier

XI. Composés aromatiques

XI.1. Généralités

Il existe plusieurs centaines de variétés de mangues qui possèdent chacune un arôme caractéristique. Certains chercheurs ont tenté d'identifier les composés constituant l'arôme. Celui-ci se révèle difficile à caractériser et comprend de très nombreux composés terpeniques.

XI.2. Extraction - Séparation - Identification

A. Idstein et Shreier (1985) proposent la méthode suivante : la pulpe est débarrassée du noyau et de la peau. Elle est distillée sous vide avec comme solvant d'extraction un mélange pentane - CH_2Cl_2 , (2:1).

Les substance aromatiques non distillables sont séparées du résidu de distillation par une extraction directe. Le distillat est fractionné par chromatographie sur colonne de silice éluée par un mélange pentane - éther éthylique en 3 fractions :

- I. éluee avec pentane
- II. éluee avec Et_2O - pentane (1:9)
- III. éluee avec Et_2O

Les échantillons obtenus sont concentrés puis sont analysés par chromatographie gazeuse et spectrométrie de masse.

B. MacLeod et son équipe ont beaucoup étudié les composés volatiles de la pulpe de mangue et procèdent de la façon suivante (1982 - 1984 - 1985) :

La pulpe débarrassée de la graine est mélangée avec de l'eau puis est extraite pendant une heure et demie dans un appareil de Likens et Nicholson en utilisant comme solvant du 2-méthylbutane ou du pentane. A la fin de l'extraction le résidu ne possède plus aucune arôme appréciable. L'extrait est concentré sous vide à basse température et l'essence obtenue possède un fort arôme caractéristique du fruit. L'essence est analysée par chromatographie en phase gazeuse et par chromatographie en phase gazeuse couplée à la spectrométrie de masse.

XI.3. Résultats

Les différentes études ont permis d'identifier 152 substances appartenant à diverses classes (lactone, ester, alcool, aldéhydes, cétone, composés soufrés, diméthyl-styrène, ...).

90 % des substances aromatiques sont des hydrocarbures mono et sesquiterpéniques. La composition des composés terpéniques varie en fonction des variétés. (cf. tab. 12).

XI.4. Discussion

Il ressort des différentes études que les monoterpènes sont les composés majoritaires de l'arôme de la pulpe de mangue. Les hydrocarbures monoterpéniques possédant de fortes caractéristiques aromatiques, la forte variation d'arôme en fonction des variétés peut être due à différentes compositions en monoterpènes.

Mac Leod (1985) indique la présence de car-3-ène dans les mangues vénézuéliennes (variétés plus récentes) et pense qu'il pourrait être caractéristique des fruits cultivés en Amérique. Le cis- β -ocimène, le myrcène et l' α -terpinolène sont dominants dans les variétés indiennes (variétés anciennes).

Il est difficile, voire impossible de déterminer une formule typique des constituants aromatiques des différentes variétés de mangues contrairement à la plupart des fruits qui possèdent un arôme typique.

Wilson (1990) indique que la présence de 2,5-diméthyl-4-hydroxy-3-(2H)-furanone pourrait être caractéristique des mangues possédant un arôme proche de celui de l'ananas (var. Tommy Atkins).

XI.5. Evolution de la composition avec la maturation

Lors de la maturation la concentration des sesquiterpènes (spécialement le β -caryophyllène) décroît régulièrement alors que la concentration en esters augmente (Mac Leod - 1985).

L'augmentation des alcools (éthanol majoritairement) dans la pulpe de la mangue est un indicateur du dépassement de la maturité. Les alcools deviennent majoritaires lorsque la maturation est dépassée en même temps que les monoterpènes diminuent fortement (40 à 90 %). C'est ainsi que les mangues à un stade de maturation avancée perdent un peu de leur arôme.

Tab. 12 : COMPOSES VOLATILES DE DIFFERENTES VARIETES DE MANGUES

Variété	Hydrocarb. terpéniques	Teneur comp. aromatiques	Nbre comp. aromatiques	Composés majoritaires	Esters	Lactones	Diméthyl-styrène	Références
Alphonso	90% mono-terpènes & sesquiterpènes	57 mg/kg	152	(Z)+(E) ocimène 2,5-diméthyl-4-hydroxy-3(2H)-furanone	+	14	-	Idstein -1985
Vénézuela	55% mono & 13,9% sesquiterpènes	60 µg/kg	38	Car-3-ène (26,0 %)	-	-	+ 6,2 %	Mac Leod - 1982
Jaffna	49,6% mono & 14,3% sesquiterpènes	251 µg/kg	49	cis-β-ocimène (38 %)	17 soit 15,9%	-	-	Mac Leod - 1984
Willard	51,1% mono & 13,6% sesquiterpènes	422 µg/kg	40	α-terpinolène (32 %)	8 soit 6,2%	-	+ 0,8 %	"
Parrot	63% mono & 18,9% sesquiterpènes	628 µg/kg	38	α terpinolène (35 %)	4 soit 1,7 %	+	+ 0,4 %	"
T. Atkins	+90 % monoterpènes	72 µg/g		car-3-ène (60,2 %)	+	-	?	Mac Leod 1985
Keith	+90 % monoterpènes	54 µg/g		car-3-ène (76,4 %)	+	-	?	Mac Leod 1985
Alphonso			50					Selvaraj 1989
Banganapalli			43					"
Dasheri			46					"
Fazli	nd	nd	32	nd	nd	nd	nd	"
Langra			26					"
Suvaranarekha			37					"
Totapuri			30					"

nd = non déterminé

D. FLEUR

La fleur de *Mangifera indica* L. a relativement été peu étudiée si on compare avec les autres parties de la plante.

Bosé, Siddiqui (1948), Khan & Khan (1989), Singh & Bose (1961) se sont plus particulièrement intéressés aux tanins de la fleur de *Mangifera indica* L.

Ghosal (1977 - 1988) étudie les modifications de la composition lorsque la fleur est infectée.

Khan & Khan (1988) étudient les acides aminés et les sucres présents dans la fleur.

I. Méthodes d'extraction et identification

Ghosal (1988) propose une méthode d'extraction des fleurs de *Mangifera indica* L. qui permet de mettre en évidence de nombreux composés : gallotanins, mangiférine, glucosides acylés de stérols, stérols libres, esters de stérols (cf. schéma d'extraction n° 5, p. 88).

Il utilise, pour identifier ces composés, les méthodes de spectrométrie UV, IR, RMN¹H, la spectrométrie de masse, la chromatographie sur couche mince et sur colonne, l'HPLC et la chromatographie en phase gazeuse.

II. Résultats

II.1. Polyphénols

II.1a. Tanins

Plusieurs études font part de la présence de tanins dans la fleur de *Mangifera indica* L. Bosé et Siddiqui (1948) indiquent que les fleurs contiennent 15 % de tanins et Singh et Bosé (1961) mettent en évidence du gallate d'éthyle dans la fleur.

La plus forte concentration de gallate d'éthyle se trouverait juste avant la formation du fruit.

L'extraction du gallate d'éthyle se fait par l'éthanol à 90 %, à température ambiante, par percolation. L'éthanol est éliminé sous pression réduite et l'extrait, qui est acide, est traité par du Na₂CO₃ jusqu'à ce que l'effervescence cesse. La solution alcaline est filtrée, acidifiée avec de l'acide acétique puis extraite à nouveau par de l'éther.

Après élimination de l'éther, le solide obtenu est extrait par du CHCl_3 dans un appareil de Soxhlet jusqu'à obtention d'un composé cristallin jaune.

Après purification par recristallisations successives ou par chromatographie sur colonne de silice (éluant = benzène / éther), on obtient un composé donnant une effervescence avec du Na_2CO_3 et une réaction bleue avec les sels ferriques.

Le composé est acétylé. Il ne donne alors plus d'effervescence avec le Na_2CO_3 , ce qui indique que les groupements phénoliques ne sont pas responsables de la forte acidité.

Le composé est ensuite hydrolysé et donne alors une effervescence avec le Na_2CO_3 et un précipité bleu-noir à la réaction avec le chlorure ferrique.

La réaction de ces deux composés laisse donc envisager à Singh et Bosé l'identité du composé étudié avec le gallate d'éthyle. L'hypothèse est confirmée par un standard qui, acétylé et hydrolysé, donne le même point de fusion

Ghosal (1988) indique la présence dans les fleurs saines de quantités appréciables d'esters galliques du glucose, d'acides gallique et hexahydroxydiphénique (molécules de base des tanins galliques et ellagiques).

Khan & Khan (1989) identifient de nombreux autres tanins : gallate de méthyl, gallate de n-propyl, gallate de n-pentyl, gallate de n-octyl, gallate de 4-phenyl n-butyl, gallate de 6-phenyl-n-hexyl et de l'acide dihydrogallique.

El Ansari (1967) indique la présence de catéchine, gallo-catéchine et de cyanidine dans les fleurs de *Mangifera indica* L.

II.1b. Flavonoïdes

Kaempférol, quercétine et myricétine sont identifiés dans les fleurs de *Mangifera indica* L. infectées par *Fusarium moniliformae* mais sont absents dans les fleurs saines (Ghosal - 1977).

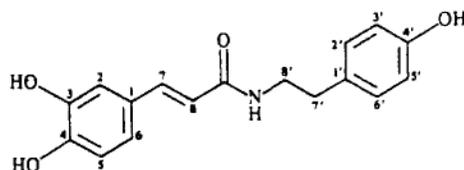
El Ansari (1968) a mis en évidence de la quercétine et de l'isoquercitrine.

II.1c. Amide phénolique

Ghosal (1988) détecte une nouvelle amide phénolique (cf. schéma d'extraction n° 5, p. 88).

Le composé a été identifié comme ayant la forme brute suivante : $C_{17}H_{17}NO_4$

L'étude des spectres IR, UV et RMN¹H ainsi que la spectrométrie de masse permettent d'identifier sa structure. Il s'agit du N-2-(4-hydroxyphényl)-éthyl-cafféyl-amide.



La présence de cette amide phénolique dans la fleur saine est physiologiquement significative. Les amides des acides aromatiques hydroxycinnamiques ont été fréquemment rencontrées dans les fleurs hermaphrodites.

L'élaboration et l'accumulation de ces amides semblent être liées à la physiologie de la floraison. Elles peuvent également jouer un rôle important dans la croissance et la protection des fleurs comme agents anti-viraux et anti-fongiques. Cette amide n'est pas détectée dans les fleurs infectées.

II.2. Xanthones

II.2a. Mangiférine

Ghosal (1977 - 1988) indique que la mangiférine, présente en grande quantité dans les feuilles et l'écorce de *Mangifera indica* L. est absente ou alors présente à l'état de trace dans les fleurs.

Par contre la teneur en mangiférine augmente beaucoup lorsque les fleurs sont infectées.

II.2b. Autres xanthones

Ghosal (1977) isole dans les fleurs et les branches de *Mangifera indica* L. deux xanthones tétra et pentaoxygénées en très petite quantité.

La 1, 3, 6, 7- tétrahydroxyxanthone ainsi que la mangiférine ne sont pas des constituants normaux de la fleur saine de *Mangifera indica* L. et sont trouvées en quantité appréciable dans les fleurs malades.

La mangiférine et la 1, 3, 6, 7-tétrahydroxyxanthone ont des potentiels anti-fongiques (Ghosal 1977 et Ghosal 1979)

La 1, 3, 6, 7-tétrahydroxyxanthone serait le précurseur de la 1,3, 5, 6, 7-pentahydroxyxanthone.

II.3. Sucres et acides aminés

La recherche et l'identification des sucres et des acides aminés de la fleur de *Mangifera indica* L. ont été réalisées par chromatographie sur papier (Khan & Khan - 1988).

II.3a. Acides aminés

Système : AcOH : H₂O : BuOH (1 : 5 : 4, v/v/v)

Révélateur : Ninhydrine

Résultats : La recherche met en évidence de la D.L. thréonine, de l'alanine, du L-tryptophane et de la valine.

Deux autres acides aminés ont été détectés mais n'ont pas été identifiés.

II.3b. Sucres

Système : n-butanol : éthanol : H₂O (4 : 1 : 1, v/v/v)

Révélateur : Phtalate d'aniline

Résultats : La chromatographie permet de mettre en évidence 3 sucres :

- le glucose
- le D-arabinose
- le galactose

II.4. Stéroïdes

Au début de la floraison, les fleurs contiennent des quantités appréciables de stéroïdes libres représentés par le sitostérol, stigmastérol, campestérol, stigmasta-7-en-3 β ol et α -spinastérol ainsi que leurs esters correspondants avec les acides palmitique et stéarique.

Dans les fleurs âgées de 10 à 12 semaines les esters de stéroïdes et les stéroïdes libres sont remplacés par leurs glucosides de stéroïdes et leurs glucosides acylés de stéroïdes correspondants (Ghosal - 1988).

EXTRACTION DES FLEURS DE *MANGIFERA INDICA* L. - Ghosal (1988)

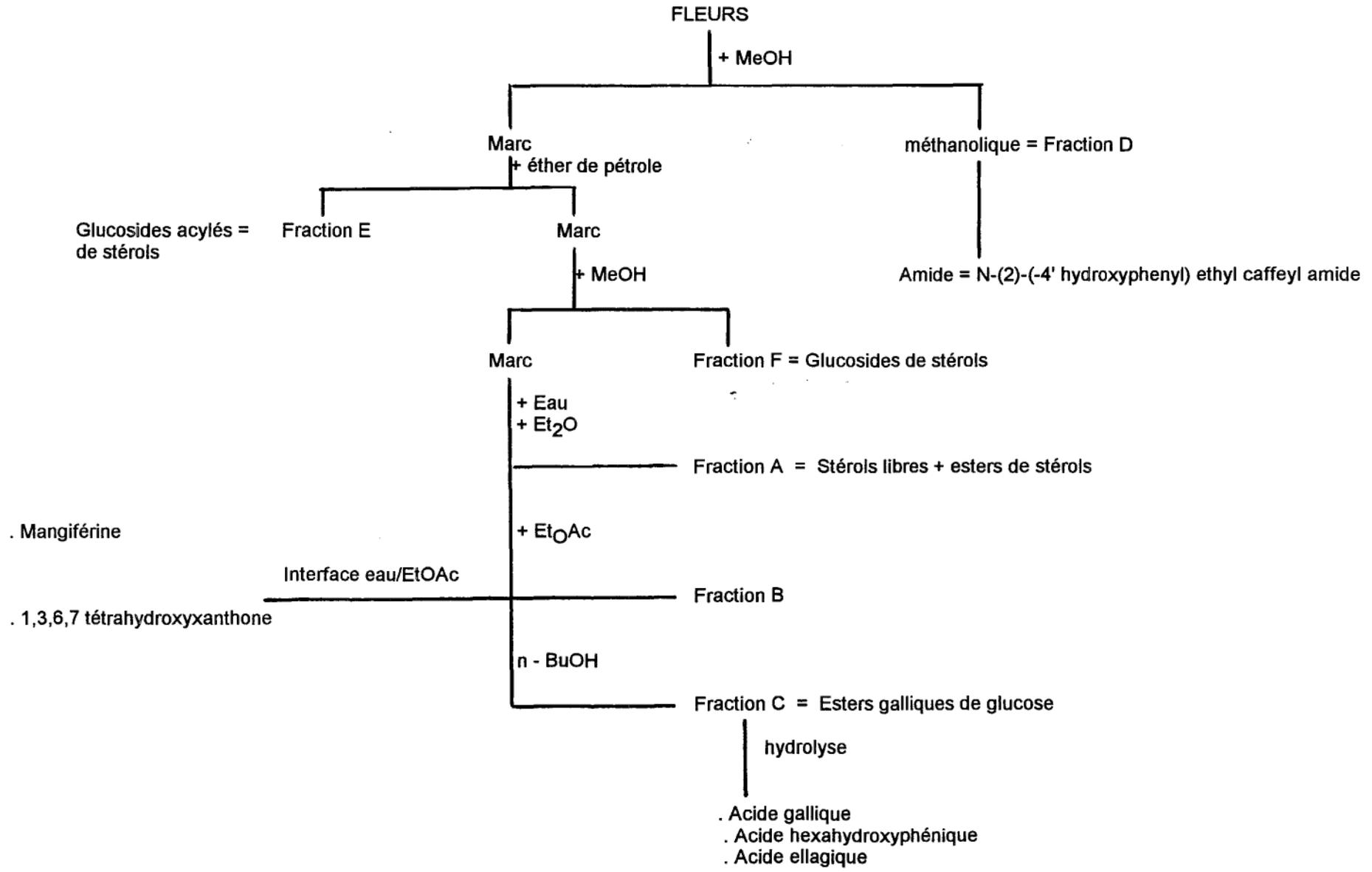


Schéma d'extraction n° 5

E. GRAINE

La mangue est l'un des fruits les plus consommés au monde. Le noyau représente le sous-produit de ce fruit une fois que la pulpe a été utilisée.

L'intérêt de l'étude de la graine (amande), est de lui trouver si possible une valeur nutritionnelle ou un intérêt industriel et d'éviter ainsi un énorme gaspillage de matière première.

Les études effectuées indiquent un fort pourcentage d'hydrates de carbone ainsi que la présence de lipides, protéines, fibres et minéraux.

I. Hydrates de carbone

La graine de mangue se révèle être très riche en hydrates de carbone (+ 90 %) dont une grande partie est représentée par de l'amidon (Foda - 1971).

Les teneurs trouvées varient de 65 à 67 % (Velan - 1995 et Lasztity - 1988).

Les caractéristiques de solubilité, de gonflement, de viscosité intrinsèque et de granulométrie de l'amidon de la graine de mangue sont similaires à celles trouvées pour l'amidon de pomme de terre et de tapioca. (Vélan - 1995).

Les teneurs en amylose et amylopectine dans l'amidon de la graine de *Mangifera indica* L. sont respectivement de 39,9 et 69,1 % et la structure de l'amylopectine est similaire à celle des autres amidons conventionnels (Velan - 1995).

II. Lipides

II.a. Généralités

Les teneurs de la graine de mangue en lipides varient en fonction des auteurs.

Ainsi Kostermans (1993) indique une teneur de 9-13 % et Parmar et Sharma (1984) une teneur de 8-16 % alors que Gaydou et Bouchet (1984) avancent des chiffres beaucoup plus importants de 22-54 %.

II.b. Méthodes d'étude

Extraction :

La graine est réduite en poudre et extraite à l'aide d'un appareil de Soxhlet pendant 8 heures par un mélange chloroforme/méthanol (2 : 1, v/v) (Gaydou et Bouchet - 1984).

Le mélange chloroforme/méthanol (2 : 1, v/v) se révèle être le meilleur (Gafur - 1993).

Dérivatisation :

Des esters méthyliques sont préparés par transestérification dans du méthanol contenant de l'acide sulfurique (v/v).

Les mélanges obtenus sont ré-extraits plusieurs fois avec de l'éther éthylique. Les extraits obtenus sont séchés sur Na₂SO₄, évaporés sous vide puis analysés (Gaydou et Bouchet - 1984, Gafur - 1993).

G.L.C. :

Les esters méthyliques d'acides gras obtenus sont analysés par chromatographie gaz/liquide équipée d'un détecteur à ionisation de flamme (Bouchet - 1984, Gafur - 1993);

C.C.M. :

L'insaponifiable est dissous dans du tétrachlorure de carbone et analysé par CCM sur gel de silice (Gaydou et Bouchet - 1984).

Solvant : chloroforme/éther éthylique (9 : 1 v/v)

Témoins : cholestérol et lanostérol (pour identifier les stérols) et 4,4 - dimethylstérols

Révélateur : Pulvérisation de Rhodamine B, UV à 366 nm

Les bandes correspondant aux triterpènes alcools (4,4 - dimethylstérols), 4 - methylstérols et stérols sont récupérées, extraites par du dichlorométhane puis acétylées.

Une CPG à colonne capillaire de verre sépare les acétates des triterpènes alcools, des 4-methylstérols et des stérols.

CPG - MS :

Elle est utilisée pour l'identification des stérols en utilisant comme référence du cholestérol, β -sistostérol, campesterol et stigmastérol (Gaydou et Bouchet - 1984).

II.c. : Résultats

Les lipides de la graine sont constitués d'une variété de lipides neutres (glycérides trisaturés, disaturés, monosaturés, tri-insaturés), de phospholipides (lipides polaires) et d'une fraction insaponifiable (Parmar et Sharma - 1984).

D'après Van Pee (1981), la composition des lipides de la mangue serait de 94,8 % de lipides neutres et 5,2 % de lipides polaires.

Les triglycérides sont les composés les plus représentés (+ de 90 % des lipides). On trouve de faibles quantités de (2,3) et (1,2) diglycérides mais pas de (1,3) diglycérides.

On trouve également des acides gras libres et une fraction insaponifiable (Abd El Aal - 1987) (cf. Tab. 13).

Kostermans (1993) indique la présence de tristéarine et de stéaropalmitostéarine qui sont 2 triglycérides plutôt rares chez les plantes.

Acides gras

Les acides gras majoritaires sont l'acide stéarique (22-40 %), l'acide oléique (41-48 %), l'acide palmitique (7-12 %), l'acide linoléique (7-17 %) ainsi que l'acide myristique, l'acide linoléique et l'acide arachidonique (Bouchet et Gaydou - 1984).

Ces résultats sont confirmés par d'autres études (Aab el Aal - 1987, Parmar - 1984, Makindé - 1982) (cf. Tab. 14).

On peut constater que la graine de mangue est caractérisée par la présence de grandes quantités d'acides gras saturés.

D'autre part les acides gras particuliers, l'acide cis-vaccénique et l'acide cis-9, cis-15 octadécadiénoïque qui sont présents en grande quantité dans le fruit n'ont pas la même représentation dans la graine. L'acide cis-vaccénique n'est retrouvé qu'à l'état de traces (Shibahara - 1986) et l'acide cis-9, cis-15 octadécadiénoïque n'est pas détecté dans la graine (Shibahara - 1993).

Weight percentage of lipid classes of bitter almond, plum and mango kernel lipids

Lipid class*	Bitter almond	Plum		Mango	
		Beauty	Clymax	Taimur	Alphonse
Hydrocarbons and sterolesters	0.23	0.53	0.57	0.61	0.34
Triglycerides	98.09	96.78	97.51	93.73	97.62
Tocopherols	N.D**	N.D	Tr.***	0.3	N.D
Free fatty acids	Tr.	Tr.	0.21	1.8	Tr.
1,3-diglycerides	Tr.	Tr.	Tr.	N.D	N.D
Free sterols	0.89	1.43	0.94	1.54	0.85
(2,3)(1,2)-diglycerides	0.15	0.66	0.32	0.72	0.79
Polar lipids	0.64	0.60	0.45	1.30	0.40

* Mean results of three determinations
** N.D = Not detected
*** Tr. = Traces

Tab. 13 : (Abd El Aal 1987) Composition lipidique de la graine de *Mangifera indica* L.

Fatty acid composition of bitter almond, plum and mango kernel lipids

Fatty acid %	Bitter almond	Plum		Mango	
		Beauty	Clymax	Taimur	Alphonse
Lauric	Tr.**	0.5	0.5	0.4	0.3
Myristic	0.4	0.9	1.1	0.5	0.5
Palmitic	7.3	9.3	12.7	7.6	8.4
Palmitoleic	0.3	0.2	0.1	0.2	0.1
Stearic	0.7	2.6	8.1	39.7	40.4
Oleic	74.1	67.5	64.5	43.3	41.2
Linoleic	17.2	19.0	13.0	5.7	6.3
Linolenic	N.D***	N.D	N.D	0.7	1.0
Arachidic	N.D	N.D	N.D	1.9	1.8

* Mean results of two determinations
** Tr. = Traces
*** N.D = Not detected

Tab. 14 : (Abd El Aal 1987) Composition en acides gras de la graine de *Mangifera indica* L.

Phospholipides

Peu de travaux donnent des résultats quantitatifs concernant les phospholipides de la graine de *Mangifera indica* L.

Van Pee (1981) indique une teneur en phospholipides allant de 1,1 % à 2,8 % en fonction de la variété.

Moharram (1982) tente de les identifier en utilisant la chromatographie sur couche mince sur gel de silice et sépare phosphatidyl-serine, lysophosphatidyl-choline, phosphatidyl- inositol, sphingomyéline, phosphatidyl choline, phosphatidyl-éthanolamine, acide phosphatidique et composés glycérophosphatidyl.

Insaponifiable

En fonction des variétés, l'insaponifiable représenterait 0,9 à 2,8 % des lipides de la graine de *Mangifera indica* L. (Abd El Adl - 1987 et Gaydou et Bouchet - 1984).

Parmi les composés présents dans la fraction insaponifiable, on trouve des stérols, des 4-méthylstérols et des triterpènes alcools.

=> **Stérols** : 7 stérols sont identifiés dont le β -sitostérol (46,7 - 76,0 %), stigmastérol (11,5-22,7 %), campestérol (6,8-11,5 %) et le cholestérol (1,0-9,3 %) qui sont les plus importants. La composition en stérols de la graine de *Mangifera indica* L. est donc similaire à celle du beurre de cacao bien que le stigmastérol soit plus représenté dans le beurre de cacao.

=> **4-méthylstérols** : Gaydou et Bouchet - (1984) identifient le granistérol, le lophérol qui sont les plus représentés ainsi que l'obtusifoliol et le citrostadiérol. Les 3 derniers composés étant souvent rencontrés parmi les constituants des huiles de graine.

=> **Triterpènes alcools** : Gaydou et Bouchet - (1984) identifient 10 composés : β -amyrine, dammaradiérol, germanicol, cycloartérol, α -amyrine, 24-méthylène cycloartanol et cyclosadol, lupéol, friedélinol, cyclobranol.

III. Protéines et acides aminés

Selon les auteurs, la teneur en protéines de la graine varie de 5,0 à 9,55 % (Abd El Aal - 1987, Parmar - 1984, Lastzity - 1988)

Cette teneur est calculée en multipliant la teneur en azote avec le facteur de conversion 6,25 (Lastzity - 1988, Aab el Aal - 1987).

III.1. Protéines

Le composé protéique majeur serait la glutéline (92,7 % des protéines totales). Makindé - (1982) trouve également des traces de globuline et d'albumine et aucune trace de protamine.

Ces observations sont similaires à celles faites pour le riz pour lequel la glutéline représente environ 90 % des composés protéiques totaux (Kent-Jones - 1976).

III.2. Acides aminés

Les protéines de la graine sont caractérisées par une forte teneur en acide glutamique, acide aspartique, leucine et une faible teneur en acides aminés soufrés.

La teneur en lysine est faible et celle des autres acides aminés est acceptable (Lastzity - 1988).

L'intérêt de la graine est donc limité par la faible teneur en cystéine et méthionine. Cependant, la forte présence des autres acides aminés essentiels laisse envisager la possibilité de produire des mélanges ayant un bon apport nutritionnel.

Cette éventualité est renforcée par le fait que le rapport E/T (a.a. essentiels/a.a. totaux) varie de 31,0 à 39,4 %. Un bon rapport E/T étant de 36 % (Lasztity - 1988).

IV. Tanins

Assez peu d'études ont été réalisées concernant les tanins de la graine de mangue et les résultats font part d'une grande variation. Les teneurs relevées par Parmar et Sharma (1984) vont de 0,11 % à 18 %.

El Ansari (1971) révèle la présence de gallotanins dans la graine, dans des proportions de 8 à 10 %.

Ces tanins sont identiques à ceux trouvés dans la fleur et le fruit.

Les variations observées concernant la teneur en tanins peuvent être dues à la nature du matériel étudié (variété, stade de maturation, lieu de production) mais aussi aux méthodes d'extraction et d'estimation (Parmar et Sharma - 1984).

V. Divers

La teneur en fibres serait de 2,1 à 2,5 % (Lasztity - 1988).

La teneur en cendres de la graine varie de 0,35 % à 3,66 % (Parmar et Sharma - 1984, Lasztity - 1988).

Les cendres contiennent du calcium, phosphore, magnésium, sodium, potassium, fer, manganèse et zinc (Lasztity - 1988).

La teneur en eau varie de 10,3 à 11,7 % (Lasztity - 1988).

VI. Vitamines

Parmar et Sharma (1984) rapportent que la graine de mangue contient :

. carotène	:	4444 µg %
. thiamine	:	466 µg %
. riboflavine	:	420 µg %
. vitamine C	:	20000 µg %

VII. Acide hydrocyanique

Abd El Aal (1987) fait part d'une très faible teneur en acide hydrocyanique (0,040-0,050 %).

Après extraction par de l'éther de pétrole, on obtient une huile sans acide hydrocyanique.

VIII. Différentes utilisations envisagées

D'après Lasztity (1988), la graine de *Mangifera indica* L. pourrait être une source non conventionnelle de protéines en produisant des mélanges afin de compenser la pauvreté en acides aminés soufrés ou, en incorporant de la méthionine par modification enzymatique.

Pour Makindé (1982) les caractéristiques des lipides de l'huile obtenue à partir de la graine pourraient être utilisables dans l'industrie cosmétique et chimique.

Le fait que l'huile se solidifie à température ambiante et se liquéfie à température corporelle suggère qu'elle pourrait être utilisée comme véhicule de principes actifs dans l'industrie pharmaceutique.

L'amidon qui représente la majeure partie de la graine pourrait être utilisé dans l'industrie textile ou papetière et probablement agroalimentaire (Makinde - 1982, Velan - 1995).

F. L A T E X

Le latex de la mangue, un fluide transparent qui suinte instantanément du fruit dès que celui-ci est détaché de la tige a longtemps été connu pour sa capacité à provoquer une dermatite allergique de contact.

I. Composés divers

Le latex de la mangue contient des tanins, des enzymes, des résines et des terpènes (Pantastico 1975).

L'odeur de ce fluide est dûe en partie à la présence de cis-ocimène et de β myrcène (Gholap & Bandyopadhyay - 1977).

II. Alkenyl resorcinol

(Bandyopaghyay & Gholap - 1985), dans une étude des composés non volatiles du latex de la mangue mettent en évidence le 5 - [2(Z) - heptadecenyl]resorcinol qui est considéré comme étant l'allergène provoquant la dermatite.

II.b. Méthode d'étude

II.b1. Extraction

Le latex constituant une oléo-résine est récupéré puis extrait par de l'éther éthylique. L'extrait éthéré est lavé avec de l'eau, séché sur Na₂SO₄ anhydre puis filtré.

La résine est séparée de l'huile essentielle par distillation. Le résidu visqueux obtenu est légèrement marron. Ce résidu est analysé par chromatographie sur couche préparatoire qui permet d'isoler un composé

- support : silice G
- solvant : éther de pétrole : éther éthylique (60 : 40, V/V)

II.b2. Identification

CCM :

- support : silice G
- solvant : éther de pétrole éther éthylique (60 : 40, V/V)
- Témoins : catéchol et resorcinol
- Révélation : vanilline sulfurique
- Le spot majoritaire de $R_f = 0,45$ et le standard résorcinol deviennent immédiatement roses avec la vanilline sulfurique.

. Le composé isolé lors de la CCM préparatoire est acétylé et hydrogéné. Les composés obtenus sont alors soumis à des analyses spectrométriques : UV, IR et RMN¹ H.

. Le composé majoritaire et son dérivé hydrogéné sont analysés par spectrométrie de masse. Il est également silylé et le dérivé obtenu est analysé par chromatographie gazeuse ainsi que par une chromatographie en phase gazeuse couplée à la spectrométrie de masse.

II.b.2 Résultat

Les caractéristiques spectrales du composé majoritaire et sa réaction avec la vanilline sulfurique révèlent une ressemblance structurale avec le resorcinol.

Son analyse RMN¹H et CPG-MS ainsi que de ses dérivés permet de conclure que sa structure est celle d'un alkenyl-resorcinol : 5 - [2-(Z) - heptadecenyl] résorcinol.

III. Remarque

Keil et Al - (1945), dans leur recherche sur la relation de l'hypersensibilité à la sève de différentes espèces d'Anacardiaceae (sumac vénéneux, noix de cajou) ont démontré que chez une personne sensible au sumac, la structure fondamentale pour obtenir une réponse hypersensible était la présence d'hydrocarbures insaturés à longue chaîne (C₁₅ et C₁₇) en position méta pour au moins 1 hydroxyl attaché à 1 noyau benzène.

Cet alkenyl resorcinol possède une ressemblance structurale avec les composés connus comme ayant des propriétés allergiques. Ceci suggère que ce composé pourrait être responsable des réactions allergiques au latex de la mangue.

G. RESINE

Sur l'écorce des tiges, on trouve un exudat solidifié contenant 16 % de mucilages et 81 % de résine.

De cette résine, des acides triterpéniques tétracycliques ayant un squelette cycloartane et du 24-méthylène cycloartane ont été isolés. La fraction neutre contient du cycloartenol, du 24-méthylène-cycloartenol ainsi que les triterpènes pentacycliques α et β amyrine et le lupéol (Kostermans - 1993).



IV. PHARMACOLOGIE

A. ACTIVITE CARDIOVASCULAIRE

I. Mangiférine (Mentzer et Ratsimarnauga, 1966)

I.a. Extraction

Les feuilles sont extraites par l'acétone.

Après évaporation, le résidu est repris par de l'alcool à 95 %.

Par concentration, il y a apparition des premiers cristaux. En refroidissant un précipité jaune se forme, qui est recristallisé dans de l'eau bouillante acidifiée par de l'acide acétique.

I.b. Tests

Les tests pharmacologiques sont réalisés sur un coeur isolé de grenouille auquel on apporte de la mangiférine à dose croissante.

Les paramètres suivants sont alors mesurés : rythme, amplitude des contractions, toxicité.

I.c. Résultats

A la dose de 10 $\mu\text{g/ml}$, la mangiférine agit sur le coeur isolé en réactivant les contractions stoppées par la fatigue = effet inotrope +.

A 50 $\mu\text{g/ml}$, l'amplitude des contractions augmente de 10 %, à 100 $\mu\text{g/ml}$ de 30 % et à 250 $\mu\text{g/ml}$ de 40 %.

Dans le même temps, le rythme des contractions est maintenu.

Les deux auteurs indiquent également qu'il n'y a pas de phénomène d'accumulation et que la mangiférine peut être considérée comme pratiquement non toxique. En effet, une dose de 5 g/kg injectée à une souris ou un rat ne provoque aucune toxicité.

D'autre part les auteurs rappellent que la mangiférine possède des propriétés diurétiques et en particulier celle d'assurer l'élimination urinaire du potassium excédentaire absorbé par l'organisme.

La mangiférine peut être alors indiquée dans le traitement des insuffisances cardiaques légères et comme diurétique dans les problèmes cardiaques.

II. Extrait aqueux de feuilles et de tiges

II.a. Tests

Léonard et Hooper (1965) ont étudié l'activité de l'extrait aqueux des feuilles et tiges sur un coeur isolé de lapin et sur la pression sanguine d'un chat.

Feng (1964) a étudié l'activité de l'extrait aqueux de tiges et feuilles de manguier sur le chien après injection IV.

II.b. Résultats

L'injection IV chez le chat de l'extrait à la dose de 0,1 ml/kg ne produit aucune modification de la pression sanguine mais, sur le coeur isolé de lapin on constate une diminution passagère de l'amplitude après addition de 0,05 ml d'extrait au liquide de perfusion.

L'injection d'un extrait aqueux chez le chien produit une baisse de la pression sanguine (1 ml d'extrait correspond à 1 g d'organe frais).

III. Extrait alcoolique de feuilles

Feng (1964) a montré qu'un extrait alcoolique de feuilles et tige de manguier perfusé chez le lapin provoquait de l'hypotension.

IV. Amande

L'activité sur la teneur sanguine en lipides et lipoprotéines d'une alimentation dont la partie lipidique provient de la graine du fruit du manguier peut être comparée à celle induite par l'ingestion d'huiles communes telle que l'huile de tournesol (Shanmugasundaram, E.R.B. - 1982).

Les rapports cholestérol total/HDL et LDL/HDL représentant les facteurs de risques coronariens ainsi que l'index athérogénique Cholestérol total - HDLC / HDL indiquent que la consommation de lipides provenant de la graine de *Mangifera indica* L entraîne une modification des paramètres lipidiques sanguins similaire à celle observée en cas de consommation d'huile de tournesol, c'est à dire de faibles risques coronariens et atherogènes.

IV.a. Méthodes d'étude

Les taux de cholestérol total, cholestérol libre et esters de cholestérol ainsi que les taux de phospholipides et triglycérides sont déterminés chez des rats albinos nourris avec des lipides provenant de la graine de *Mangifera indica* L.

Les lipoprotéines plasmatiques recueillies sont fractionnées en VLDL, LDL et HDL. Les valeurs obtenues sont comparées à celles obtenues avec des études réalisées avec de l'huile de tournesol, huile de palme et huile de coco.

Les prélèvements sont effectués après 4 mois de régime.

IV.b. Résultats

-> Les rats nourris à la graine de *Mangifera indica* L. présentent des teneurs supérieures en cholestérol total, cholestérol libre et esters de cholestérol comparées aux contrôles mais ces taux ne sont pas significativement augmentés par rapport à ceux obtenus avec l'huile de tournesol. (cf. tab. 15)

-> Les taux de phospholipides et de triglycérides sont similaires pour l'huile de tournesol et la graine de *Mangifera indica* L. (cf. tab. 16).

-> L'huile de tournesol et la graine de *Mangifera indica* L. entraînent des taux similaires de LDL-cholestérol (cf. tab. 17).

IV.c. Conclusion

L'huile de graine de *Mangifera indica* L., bien que semi saturée, peut être comparée à l'huile poly-insaturée de tournesol si on considère leurs effets sur les lipides sanguins.

Ceci peut être expliqué en terme de fractions lipoprotéines.

Les basses teneurs plasmatiques en cholestérol produites par l'huile de tournesol et la graine de *Mangifera indica* L. peuvent être expliquées par des taux faibles en LDL et VLDL-cholestérol.

En effet, en fonction de la nature des graisses du régime alimentaire, des modifications se produisent dans la fraction LDL (Spritz et Mishkel - 1969).

Ces modifications induisent une diminution de la capacité des LDL pour le cholestérol qui, en théorie, peut déplacer les stérols du plasma vers les tissus.

Chait (1974) et Lyapkov (1978) indiquent que les taux de VLDL-triglycérides sont responsables des teneurs plasmatiques en triglycérides.

Les faibles teneurs plasmatiques en triglycérides obtenues chez les rats nourris avec de l'huile de tournesol et de la graine de *Mangifera indica* L. seraient dûes à la diminution du VLDL-TG.

D'autre part, les rapports

$\frac{\text{cholestérol total}}{\text{HDL-cholestérol}}$, $\frac{\text{LDL-cholestérol}}{\text{HDL-cholestérol}}$ et $\frac{\text{cholestérol total} - \text{HDL-cholestérol}}{\text{HDL-cholestérol}}$

qui sont des indices des facteurs de risques coronariens suggèrent que la consommation des lipides de la graine de *Mangifera indica* L. présente de faibles facteurs de risque coronarien de la même façon que l'huile de tournesol.

La graine de *Mangifera indica* L. qui représente un sous-produit de la mangue, peut trouver ici une utilisation intéressante sur le plan économique.

Une étude de Okai et Aboagye (1990) confirme ces résultats en montrant que l'on peut inclure la graine de *Mangifera indica* L. jusqu'à 20 % à l'alimentation d'un rat sans observer aucun effet négatif.

Serum total, free and ester cholesterol levels in rats fed mango kernel fat and standard oils at the end of four months. Values are expressed as mg/100 ml serum (Mean \pm S.D).

	Control	Sunflower oil	Palmolein	Coconut oil	Mango kernel fat
Total cholesterol	71.7 \pm 6.6	77.1 \pm 7.1	105.1 \pm 9.9 ^{@@**}	152.7 \pm 14.0 ^{@*}	83.7 \pm 5.7 ^{****}
Free cholesterol	25.0 \pm 2.3	27.0 \pm 2.5	36.7 \pm 3.7 ^{@@**}	50.4 \pm 4.5 ^{@*}	29.1 \pm 1.9 ^{****}
Ester cholesterol	46.7 \pm 4.3	50.1 \pm 4.6	71.4 \pm 6.5 ^{@@**}	102.3 \pm 9.2 ^{@*}	54.6 \pm 3.7 ^{****}

Statistically significant variations as compared with

(1) Controls are indicated by *p < 0.001; **p < 0.01; ***p < 0.02; ****p < 0.05

(2) Sunflower oil are indicated by @ p < 0.001; @@ p < 0.01; @@@ p < 0.02;
 @@@@ p < 0.05.

Tab. 15 : (Shanmugasundaram E.R.B. 1982) Evolution de la teneur sérique en cholestérol libre et esters de cholestérol chez le rat nourri avec des lipides provenant de la graine de *Mangifera indica* L.

Serum phospholipid and triglyceride levels in rats fed mango kernel fat and standard oils at the end of four months. Values are expressed as mg/100 ml serum (Mean \pm S.D).

	Control	Sunflower oil	Palmolein	Coconut oil	Mango kernel fat
Phospholipids	108.6 \pm 10.3	118.2 \pm 11.2	134.3 \pm 13.1 ^{****}	157.0 \pm 14.5 ^{@@**}	121.6 \pm 11.6
Triglycerides	50.5 \pm 4.7	48.0 \pm 4.5	65.5 \pm 6.1 ^{@@**}	76.2 \pm 7.1 ^{@**}	47.3 \pm 4.5

Statistically significant variations as compared with

(1) Controls are indicated by *p < 0.001; **p < 0.01; ***p < 0.02; ****p < 0.05

(2) Sunflower oil are indicated by @p < 0.001; @@p < 0.01; @@@p < 0.02; @@@@p < 0.05

Tab. 16 : (Shanmugasundaram E.R.B. 1982) Teneur en phospholipides et triglycérides chez le rat nourri avec des lipides provenant de la graine de *Mangifera indica* L.

Cholesterol distribution in the HDL, LDL and VLDL fractions of rats fed mango kernel fat as compared with standard oils. Values are expressed as mg/100 ml plasma (Mean \pm S.D).

Fat/oil	Total choles- terol	HDL- choles- terol	LDL- choles- terol	VLDL- choles- terol	Total choles- terol HDL choles- terol	LDL- choles- terol HDL- choles- terol	Total cholesterol- HDL cholesterol HDL cholesterol
Control	71.7 \pm 6.6	21.4 \pm 2.5 (29.8%)	38.6 \pm 3.8	11.7 \pm 1.0	3.35 \pm 0.3	1.80 \pm 0.2	2.35 \pm 0.24
Sunflower oil	77.1 \pm 7.1	22.4 \pm 2.0 (29.0%)	43.5 \pm 3.9	11.2 \pm 0.9	3.44 \pm 0.3	1.94 \pm 0.1	2.44 \pm 0.22
Palmolein	105.1 \pm 9.9 @@ **	28.0 \pm 2.8 @@@@ ****	56.8 \pm 5.6 @@	20.3 \pm 1.9 @@	3.75 \pm 0.3	2.02 \pm 0.1	2.75 \pm 0.27
Coconut oil	152.7 \pm 14.0 @ *	25.3 \pm 2.8 (16.6%)	92.4 \pm 8.5 @	35.0 \pm 3.1 @	6.01 \pm 0.6 *	3.40 \pm 0.3 @	5.04 \pm 0.51 @
Mango kernel oil	83.7 \pm 5.7 ****	23.2 \pm 2.1 (27.7%)	46.8 \pm 4.8	13.7 \pm 1.2	3.60 \pm 0.3	2.01 \pm 0.1	2.61 \pm 0.21

Statistically significant variations as compared with

(1) Controls are indicated by *p < 0.001; **p < 0.01; ***p < 0.02; ****p < 0.05

(2) Sunflower oil are indicated by @p < 0.001; @@p < 0.01; @@@p < 0.02; @@@@p < 0.05

Tab. 17 : (Shanmugasundaram E.R.B. 1982) Distribution du cholestérol dans les fractions HDL, LDL et VLDL chez le rat nourri avec des lipides provenant de la graine de *Mangifera indica* L.

V. Pulpe

Même s'il ne s'agit pas d'une activité très importante, on peut cependant parler d'une certaine capacité des fibres du fruit de *Mangifera indica* L. à fixer le cholestérol.

V.a. Méthodes d'étude

Les capacités de fixation du cholestérol de différentes fibres provenant de végétaux divers sont évaluées par une méthode in vitro (E.D. Lund - 1984).

Cette méthode simule en un premier temps les effets du système digestif humain sur les fibres en utilisant une série de traitements enzymatiques. La capacité de fixation du cholestérol est déterminée ensuite par rapport à celle de la cholestyramine (résine utilisée pour réduire le cholestérol sanguin), de la cellulose, la lignine et la gomme guar.

V.b. Résultats

Seules les fibres de la patate douce, du cararubola et de la mangue Keitt présentent une capacité de fixation du cholestérol supérieure à celle de la cellulose ou de la lignine. Ces capacités de fixation restent cependant loin derrière la capacité de fixation de la cholestyramine.

VI. Récapitulatif

Les différentes parties du manguiier présentent donc des activités plus ou moins importantes sur l'activité cardiovasculaire.

La mangiférine, que l'on peut extraire des feuilles, de la tige, de l'écorce et qui est présente également dans le fruit possède une activité inotrope(+) et diurétique.

Les extraits aqueux et hydro-alcooliques de tiges et de feuilles diminuent également la pression sanguine.

Quant à la graine et la pulpe qui n'ont pas d'activité directe, elles sont intéressantes pour leur qualité nutritionnelle dans la prévention de la maladie cardiovasculaire en diminuant la teneur en TG et VLDL-TG pour l'amande et la fixation du cholestérol pour la pulpe.

Tab. 18 : RECAPITULATIF DES ACTIVITES CARDIOVASCULAIRES DU MANGUIER

Modèle	Partie/Composé	Activité	Voie	Références
Coeur isolé grenouille	Mangiférine	. inotrope(+) . diurétique	IV	Mentzer & Ratsimamanga - 1966
Coeur isolé lapin & chat	Extrait aqueux tige + feuilles	. Diminution de la pression sanguine	IV	Leonard & Hooper - 1965
Chien	Extrait alcoolique feuille	. Hypotension	Perfusion	Feng - 1964
Rat albinos	Amande	. Diminution TG . Diminution VLDL-TG	Alimentation	Shanmugassundaran - 1982
Etude in vitro	Pulpe	Légère capacité à fixer le cholestérol	/	D. Lund - 1984

B. ACTIVITE ANTIBACTERIENNE

I. Mangiférine

Srinivasan (1982) étudie l'activité antibactérienne de la mangiférine sur *Streptococcus mutans*, *sanguinis* et *salivaris*. Tous trois appartiennent au groupe *Streptococcus viridans* qui constitue la flore bactérienne normale de la cavité buccale et joue un rôle important dans l'initiation de la formation de la plaque dentaire.

I.a. Méthodes d'études

Des disques imprégnés de concentrations croissantes de mangiférine (3,125 ; 6,25 ; 12,5 ; 25 et 50 µg) sont déposés sur des cultures de différents micro-organismes (staphylocoques, *E. coli*, pneumocoques, *Streptococcus viridans*, staphylocoques coagulase (-) et *Lactobacillus acidophilus*).

Les diamètres des zones d'inhibition sont mesurés et comparés à ceux obtenus avec des disques imprégnés de 10 unités/disque de pénicilline G et de 10 µg/disque de streptomycine.

I.b. Résultats

La mangiférine exerce une activité efficace envers les germes aérobies gram(+) comme les staphylocoques, streptocoques et pneumocoques qui sont présents communément dans la flore bactérienne buccale. (cf. tab. 19).

II. Extrait aqueux de feuilles

Patel (1988) étudie l'utilisation de différentes plantes dans les problèmes de pathologie buccale.

L'extrait de feuilles de *Mangifera indica* L se révèle intéressant par son activité antibactérienne. Il peut être utilisé de façon curative en limitant l'infection mais aussi en prévention en réduisant la formation de la plaque dentaire.

II.1. Méthodes d'étude

L'activité antibactérienne des extraits aqueux de feuilles sur une gencive enflammée est évaluée par des tests de sensibilité bactérienne utilisant la méthode de diffusion sur disque.

Prélèvement :

Des prélèvements sont effectués sur 50 patients d'hopitaux et de cliniques.

La plaque est prélevée au niveau des incisives.

Préparation du matériel

Le matériel prélevé est incubé dans un bouillon de nutriments sous conditions d'aseptie afin d'éviter les contaminations.

Les tubes contenant les bouillons sont incubés à 37°C pendant 24 heures pour activer le développement de la flore bactérienne.

Le bouillon est ensuite déposé sur des plaques d'Agar. Des disques de 5 mm de diamètre imprégnés de différents antibiotiques (streptomycine, tétracycline, chloramphenicol et pénicilline) sont déposés sur les plaques d'Agar ainsi que des disques de mêmes dimensions imprégnés des divers extraits de plantes.

Le tout est alors placé en incubation à 37°C pendant 24 heures.

L'activité inhibitrice des différents extraits est évaluée en mesurant le diamètre de la zone d'inhibition.

Basse sensibilité :	diamètre = 15 mm
Moyenne sensibilité :	diamètre = 15-25 mm
Haute sensibilité :	diamètre = +25 mm

Bactéries présentes dans le prélèvement

Parmi les 50 prélèvements effectués, la bactérie la plus fréquente est le *Streptococcus viridans*.

Dans de rares cas on détecte *Streptococcus salvaricus*, *Bacillus fusiformis*, *Bactéroïdes gigivalis*, *Bacteroïdes intermedius*.

On trouve également des actinomycètes et de très rares spirochètes, *Bacteroïdes leptichia*, vibrios.

II.2. Résultats

Il est important de noter qu'il existe une résistance à la pénicilline dans 44 % des cas et à la tétracycline dans 30 % des cas alors que les organismes ne sont résistants à aucun des extraits de plante (cf. tableau 20).

L'extrait aqueux de feuilles de manguier présente dans 65 % des cas, une sensibilité moyenne, dans 25 % des cas une basse sensibilité et dans 10 % des cas une forte sensibilité.

Les différents micro-organismes isolés sont sensibles à l'extrait aqueux de feuilles de manguier (cf. tab. 21).

II.3. Application : Activité antiplaque

Les pathogènes infectieux (*Streptococcus*, *Bactéroïdes*) qui colonisent la cavité buccale adhèrent à la surface des dents par leurs glucanes extracellulaires. Les bactéries se développent et forment la plaque dentaire qui abrite donc de nombreux micro-organismes.

II.3a. Méthode d'étude

Patel (1988) évalue l'activité antiplaque des différents extraits de feuilles après une application bi-quotidienne chez 50 patients pendant 3 semaines.

II.3b. Résultats

Sur 50 patients souffrant de périodontite chronique suppurative, 40 montrent des signes d'amélioration des saignements et des zones purulentes ainsi que la dissolution de l'accumulation de la plaque dentaire accompagnée d'une forte réduction des micro-organismes (50 %) dans la cavité buccale.

III. Extrait d'amande

Une activité antibactérienne modérée a été observée pour l'extrait alcoolique de l'amande de *Mangifera indica* L (Das - 1988).

III.1. Méthodes d'étude

III.1a. Extraction

Des graines fraîches de mangues vertes sont coupées en fines tranches puis extraites par de l'éthanol à froid pendant 15 jours.

Le solvant est éliminé sous vide et le résidu est dissous dans l'eau puis extrait successivement par de l'éther de pétrole (a), du CH_2Cl_2 (b), Et_2O (c) et AcOEt (d).

Les fractions (c) et (d) sont utilisées après plusieurs purifications avec l'extrait alcoolique initial.

III.1b. Evaluation de l'activité antimicrobienne

L'extrait EtOH et les fractions (c) et (d) sont redissoutes dans du DMSO puis mélangés à une gélose nutritive à des concentrations croissantes.

Environ 10^5 cellules des différentes bactéries testées sont inoculées à chaque préparation.

Les concentrations minimales inhibitrices (CMI) sont déterminées après 48 heures d'incubation.

III.2. Résultats

La fraction (d) AcOEt semble être la plus active envers les germes Gram(+) et Gram(-).

Pseudomonas aeruginosa est la bactérie la moins sensible à l'extrait total alcoolique et

Aerobacterium tumefaciens la plus sensible (cf. tab. 22).

IV. Extrait alcoolique d'écorce de tige

Muanza (1994) étudie l'activité antibactérienne de 9 plantes médicinales Zaïroises. Les plantes étudiées sont bien connues des habitants locaux qui pratiquent beaucoup la médecine traditionnelle.

IV.1. Méthodes d'étude

IV.1a. Extraction

La poudre d'écorce de tige de *Mangifera indica* L est extraite par du méthanol.

IV.1b. Evaluation de l'activité antibactérienne

L'activité antibactérienne est évaluée sur des bactéries Gram(+) : *S. aureus*, *S. mutans* et Gram(-) : *E. Coli*, *K. pneumoniae*, *P. aeruginosa* et *S. typhimurium*.

Les extraits de plante sont dissous dans du méthanol et sont utilisés pour imprégner des disques de papier stériles.

Ces disques sont déposés à la surface des différents milieux de culture qui sont alors laissés incuber 48 heures à 37°C. La lecture se fait par la visualisation de zones claires d'inhibition autour des disques.

Pour servir de contrôle, on utilise des disques imprégnés de sulfate de streptomycine, gentamycine, kanamycine et tétracycline.

IV.2. Résultats

L'activité antibactérienne de l'extrait méthanolique de l'écorce de *Mangifera indica* L se révèle envers *K. pneumoniae* et *S. aureus*.

Cette activité est évaluée comme modérément active (+2) sur une échelle allant de (-) : inactive, +1 : peu active, +2 modérément active et +3 très active.

Cette échelle est établie en mesurant les diamètres d'inhibition (cf. tab. 23).

La C.M.I. de l'extrait méthanolique de l'écorce de tige de *Mangifera indica* L envers *K. pneumoniae* et *S. aureus* est de 125 µg/ml (cf. Tab. 24).

On retrouve l'activité antibactérienne de l'extrait méthanolique fractionné en 4 fractions (hexanique, chloroformique, acétate d'éthyle et eau) dans les fractions acétate d'éthyle et eau.

V. Extrait aqueux d'écorce de tige (Kambu - 1989)

V.1. Méthodes d'étude

V.1a. Dilution des essais

1 ml de l'extrait aqueux d'écorce de *Mangifera indica* L. est prélevé et dilué de façon à obtenir des dilutions de 1/2, 1/4, 1/8, 1/16, 1/32, ...

V.1b. Essais microbiologiques

Dans une série de tubes à hémolyse stérilisés, on introduit 0,5 ml de suspension microbienne à 0,5 ml de l'extrait d'écorce stérilisé.

V.1c. Lecture des résultats

A l'oeil nu après 24 heures :

La limpidité du milieu implique l'effet anti-microbien de l'extrait tandis que la présence d'un trouble indique son inefficacité.

V.2. Résultats

L'étude a porté sur les germes les plus impliqués dans le syndrome diarrhéique.

Elle a permis de confirmer l'activité anti-microbienne des écorces de tronc de *Mangifera indica* L. sur *Staphylococcus aureus*. L'extrait aqueux est également actif sur *E. coli*, *E. paracoli*, *Citrobacter diversus*, *Klebsiella*, *Pneumoniae*, *Salmonella enteritidis*, *Shigella flexneri* et *Pseudomonas aeruginosa*. (cf. tab. 25).

Antibacterial activity of mangiferin and its comparison with Pencillin-G and Streptomycin as standards

Name of the Organism	Concentration of mangiferin (disc potency)					Concentration of Pencillin G.	Concentration of Strepto- mycin
	50 ug disc	25 ug disc	12.5 ug disc	6.25 ug disc	3.125 ug disc	10 units/ disc	10 ug/disc
Diameter of the zones of inhibition in mm.							
Oxford Staphylococci (Standard strain NCTC 4571)	28	18	16	16	16	20	18
Standard E. Coli (NCTC 10412)	R	R	R	R	R	14	22
Pneumococci	20	18	16	16	R	25	24
Streptococci viridans	18	18	18	16	R	26	23
Staphylococci coagulase negative	18	16	16	—	R	24	20
Lactobacillus acidophilus	20	20	16	16	14	22	20

Tab. 19 : (Srinivasan 1982) Activité antibactérienne de la mangiférine

Overall sensitivity pattern of 50 isolates of to antibiotics and leaf extracts of indigenous plants.

Antimicrobial agents	High (%)	Moderate (%)	Low (%)	Resistance (%)
Streptomycin	46	38	12	4
Tetracycline	12	24	34	30
Chloramphenicol	55	33	8	4
Pencillin	23	38	25	44
Mango leaf extract (LE)	10	65	25	—
Tea LE	12	63	25	—
Curry LE	12	64	24	—
Ocimum LE	15	60	25	—
Neem LE	20	60	20	—

Tab. 20 : (Patel 1988) Activité des extraits de feuilles sur la plaque dentaire

Pattern of sensitivity of the individual species of microorganisms (50) isolates to various antibiotics and indigenous plant leaf extracts.

Organisms	Number tested	Pencillin	Streptopenicillin	Tetracycline	Chloramphenicol	Mango LE	Tea LE	Curry LE	Ocimum LE	Neem LE
<i>Streptococcus viridans</i>	40	15 (37.5%)	30 (75%)	14 (39%)	24 (80%)	40 (100%)	40 (100%)	40 (100%)	40 (100%)	40 (100%)
<i>Streptococcus salvaricus</i>	5	2 (40%)	4 (80%)	2 (40%)	3 (60%)	5 (100%)	5 (100%)	5 (100%)	5 (100%)	5 (100%)
<i>Bacteroides gingivalis</i>	2	1 (50%)	1 (50%)	1 (50%)	1 (50%)	2 (100%)	2 (100%)	2 (100%)	2 (100%)	2 (100%)
<i>Bacteroides intermedius</i>	1	-	-	1 (100%)	1 (100%)	1 (100%)	1 (100%)	1 (100%)	1 (100%)	1 (100%)
<i>Actinomycetes</i>	2	-	-	2 (100%)	2 (100%)	2 (100%)	2 (100%)	2 (100%)	2 (100%)	2 (100%)

Fig. 21 : (Patel 1988) Activité des extraits de feuilles sur les micro-organismes présents lors des prélèvements de plaque dentaire

Compound	<i>E. Coli</i> B	<i>A. tumefaciens</i>	<i>Ps. aeruginosa</i>	<i>P. vulgaris</i>	<i>S. aureus</i> SH	<i>S. lutea</i>	<i>B. firmis</i>
Total alcoholic extract	3.0	1.5	4.0	3.0	2.0	2.0	3.0
Fraction (c)	2.0	1.5	2.0	2.0	2.0	1.25	2.0
Fraction (d)	1.0	1.25	2.0	1.25	1.25	1.5	1.25

Minimal inhibitory concentration (MIC) of total alcoholic extract and other fractionated parts of the seed kernel of *Mangifera indica* expressed in mg/ml.

Tab. 22 : (Das 1988) C.M.I. en mg/ml des extraits d'amande de *Mangifera indica* L. sur différents micro-organismes.

Antibacterial activities of methanol extracts.

Test Substance	Plant part	Microorganisms (*)					
		Ec	Kp	Pa	St	Sta	Sm
<i>A. cordifolia</i>	L	-	+2	-	-	+3	+2
<i>A. senegalensis</i>	L	-	+2	-	-	+3	-
<i>B. ferruginea</i>	SB	-	-	+1	+2	-	+3
<i>E. citriodora</i>	L	-	+2	-	-	+3	+3
<i>H. acida</i>	L	-	+	-	-	+2	+2
<i>H. acida</i>	RB	-	+2	-	-	+3	-
<i>H. acida</i>	SB	-	+2	-	-	+3	-
<i>J. curcas</i>	L	-	-	-	-	+	-
<i>M. indica</i>	SB	-	+2	-	-	+2	-
<i>M. africana</i>	L	-	+2	+1	-	+3	+3
<i>S. rhombifolia</i>	L	-	-	-	-	+2	+2
Gentamicin		+3	+3	+3	+3	+3	+3
Kanamycin		+2	+3	-	-	+2	+2
Streptomycin sulfate		+3	+3	-	-	+3	-
Tetracycline		-	+1	-	-	+3	-

(*) : Ec = *Escherichia coli*, Kp = *Klebsiella pneumoniae*, Pa = *Pseudomonas aeruginosa*, St = *Salmonella typhimurium*, Sta = *Staphylococcus aureus*, Sm = *Streptococcus mutans*.
L = leaves, RB = root bark, SB = stem bark.

Tab. 23 : (Muanza 1994) Activités antibactériennes des extraits méthanoliques de plantes zairoises sur différents micro-organismes

MICs (*) of active methanol extracts.

Test Substance	Microorganisms							
	An	Ca	Kp	Mg	Pa	St	Sta	Sm
<i>A. cordifolia</i>	250	62.5	500	250	-	-	62.5	250
<i>A. senegalensis</i>	-	-	500	-	-	-	500	-
<i>B. ferruginea</i>	-	-	-	-	250	250	-	250
<i>E. citriodora</i>	250	500	500	250	-	-	125	125
<i>H. acida</i> . (L)	-	-	250	-	-	-	500	125
<i>H. acida</i> . (RB)	-	-	250	-	-	-	250	-
<i>H. acida</i> . (SB)	-	-	250	-	-	-	500	-
<i>J. curcus</i>	-	-	-	-	-	-	125	-
<i>M. indica</i>	-	-	125	-	-	-	125	-
<i>M. africana</i>	250	125	62.5	250	500	-	62.5	62.5
<i>S. rhombifolia</i>	250	>500	125	250	-	-	125	250
Amphotericin B	1.9	0.9	-	1.9	-	-	-	-
Gentamicin	-	-	1.9	-	3.9	3.9	0.9	1.9

(*) = Minimum Inhibitory Concentrations in µg/ml.

(-) = No activity of the methanol extract.

Tab. 24 : (Muanza 1994) C.M.I. des extraits méthanoliques de plantes

NOMS BOTANIQUES	PARTIE UTILISEE	FORME GALENIQUE	GERMES							
			E. coli	E. paracoli	Citrobacter diversus	Klebsiella pneumoniae	Salmonella enteritidis	Shigella flexneri	Staphylococcus aureus	Pseudomonas aeruginosa
<i>Dracaena reflexa</i> Lam. var. <i>nitens</i> Bak. (Agavaceae)	F	Déc.	1/2	1/4	1/8	1/2	1/2	1/2	1/2	1/4
<i>Garcinia kola</i> Heckel (Clusiaceae)	ET	Mac.	1/2	1/4	1/2	1/2	1/2	1/2	1/4	1/2
<i>Harungana madagascariensis</i> Lam. ex Poir. (Clusiaceae)	ET	Déc.	1/4	1/2	1/2	-	-	1/3	1/4	-
<i>Heinsia crinita</i> (Afzel). G. Tayl. (Rubiaceae).	ER	Déc.	1/8	1/8	1/4	1/4	1/4	1/8	1/8	1/4
<i>Hymenocardia acida</i> Tull. (Euphorbiaceae)	ET	Déc.	1/2	1/4	1/4	1/2	1/2	1/4	1/4	1/4
	ER	Déc.	1/2	1/4	1/2	1/2	1/2	1/8	1/2	1/4
<i>Jatropha curcas</i> L. (Euphorbiaceae)	F	Déc.	-	-	-	-	-	-	1/4	-
<i>Justicia insularis</i> T. Anders. (Acanthaceae)	F	Déc.	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Mangifera indica</i> L. (Anacardiaceae)	ET	Déc.	1/4	1/4	1/2	1/2	1/4	1/2	1/4	1/2
<i>Maprounea africana</i> Müll. Arg. (Euphorbiaceae)	F	Déc.	1/4	1/8	1/8	1/4	1/2	1/4	1/4	1/2
<i>Myrianthus arboreus</i> P. Beauv. (Moraceae)	F	Déc.	1/4	1/8	1/2	1/2	1/2	1/4	1/4	1/2

Tab. 25 : (Kambu 1989) Dilutions maximales inhibitrices des préparations traditionnelles

F = feuilles, ER : écorces de racines, ET : écorces de tronc,

Dec. = décocté

Mac. = macéré

C. ACTIVITE ANTIFONGIQUE.

I. Extrait d'amande

I.1. Méthodes d'étude (Das - 1988)

I.1a. Extraction (cf "Activité antibactérienne, III.1a)

I.1b. Evaluation de l'activité antifongique

Les extraits d'amande de *Mangifera indica* L sont mélangés à un milieu contenant de la fécula de pomme de terre, du dextrose et de l'Agar agar.

Les champignons testés (*C. albicans*, *C. lunata*, *T. mentagrophytes*) sont déposés sur ce milieu et laissés incuber 48 heures.

I.2. Résultats

L'activité antifongique est nulle envers *C. albicans*. Par contre *C. Lunata* et *T. mentagrophytes* sont inhibés par l'extrait alcoolique total (cf. tab. 26).

II. Extrait alcoolique d'écorce de tiges

Parallèlement à l'évaluation antibactérienne de l'extrait d'écorce de tige de *Mangifera indica* L, Muanza (1994) a cherché à déterminer l'activité antifongique de cet extrait envers *C. albicans*, *A. niger* et *M. gypséum*.

II.1. Méthodes d'étude

II.1a. Extraction

La poudre d'écorce de tige de *Mangifera indica* L. est extraite par du méthanol.

II.1b. Evaluation de l'activité antifongique

Comme pour l'évaluation de l'activité antibactérienne, des disques de papier stériles imprégnés d'extraits de plantes sont déposés à la surface des milieux de culture. Ces milieux sont ensuite laissés incuber 72 heures à 25°C.

L'évaluation de l'activité se fait par visualisation de zones claires d'inhibition autour des disques et par rapport à un disque contrôle imprégné d'amphotéricine B.

II.2. Résultats

L'activité antifongique de l'extrait alcoolique de l'écorce de tige de *Mangifera indica* L est nulle envers les 3 micro-organismes testés (cf. tab. 27).

Compound	<i>C. albicans</i>	<i>C. lunata</i>	<i>T. mentagrophytes</i>
DMSO control	-	-	-
Total alcoholic extract	-	+	+
Fraction (c)	-	+	+
Fraction (d)	-	+	+

+ = inhibition of fungal growth around cup.
 - = no inhibition.

Antifungal activity of total alcoholic extract of *Mangifera indica* seed kernel and other fractionated parts at a concentration of 5 mg/ml.

Tab. 26 : (Das 1988) Activité antifongique de l'extrait alcoolique d'amande de *Mangifera indica* L.

Antifungal activities of methanol extracts.

Test Substance	Plant part	Microorganisms(*)		
		An	Ca	Mg
<i>A. cordifolia</i>	L	+2	+3	+3
<i>A. senegalensis</i>	L	-	-	-
<i>B. ferruginea</i>	SB	-	-	-
<i>E. citriodora</i>	L	+3	+3	+3
<i>H. acida</i>	L	-	-	-
<i>H. acida</i>	RB	-	-	-
<i>H. acida</i>	SB	-	-	-
<i>J. curcas</i>	L	-	-	-
<i>M. indica</i>	SB	-	-	-
<i>M. africana</i>	L	+2	+3	+3
<i>S. rhombifolia</i>	L	+2	+1	+3
Amphotericin B		+2	+3	+2

(*): An = *Aspergillus niger*, Ca = *Candida albicans*, Mg = *Microsporium gypseum*.

Tab. 27 : (Muanza 1994) Activité antifongique des extraits méthanoliques de plantes sur différents micro-organismes

D. ACTIVITE ANTIPARASITAIRE

Une étude mexicaine datant de 1994 (Ponce - Macotella - 1994) met en évidence une activité de l'extrait de l'écorce de *Mangifera indica* L contre *Giardia duodenalis*

I. Evaluation de l'activité antiparasitaire

L'activité anti-giardiose est mesurée in vitro en laissant incuber des trophozoïtes de *Giardia duodenalis* avec différents extraits de plantes dont *Mangifera indica* L.

La viabilité des trophozoïtes est déterminée en utilisant le MTT

(3 - [4,5 - diméthylthiazol - 2, il] - 2,5 diphenyl tetrazolium bromide) qui est réduit en MTT - formazan par l'activité des trophozoïtes vivants.

Le MTT réduit est extrait par de l'alcool après acidification (propanol avec HCl 0,04 M) et dosé par spectrophotométrie à 570 nm.

Des contrôles négatifs (trophozoïtes sans extrait de plante) et positifs (trophozoïtes incubés avec du tinidazole) sont inclus.

La mortalité des trophozoïtes est exprimée en %.

II. Résultats

L'incubation des trophozoïtes avec l'extrait d'écorce de *Mangifera indica* L a entraîné une mortalité des trophozoïtes de 77 ± 10 % alors que le tinidazole indique un résultat de $79 \pm 1,9$ %.

D'autres extraits de plantes ont montré des résultats supérieurs : origan ($90 \pm 0,6$ %), goyave ($87 \pm 1,0$ %) mais on peut considérer les résultats obtenus avec l'extrait d'écorce de *Mangifera indica* L comme très satisfaisants puisqu'ils sont similaires à ceux obtenus avec le tinidazole.

E. ACTIVITE ANTI-INFLAMMATOIRE

I. Extrait aqueux de feuilles

Patel (1988) a étudié l'activité de l'extrait aqueux de feuilles de *Mangifera indica* L sur les micro-organismes présents en cas d'inflammation gingivale.

Il a mis en évidence une activité antibactérienne associée à une activité anti-inflammatoire que ne possède pas la plupart des antibiotiques.

II. Extrait alcoolique d'amande (Das 1989)

II.1. Méthodes d'étude

II.1.a. Evaluation de l'activité anti-inflammatoire

Les études sont effectuées in vivo sur le rat albinos.

Différents modèles d'inflammation sont induits chez le rat :

- . un oedème aigu et sub-aigu
- . un oedème chronique (cf. tab. 28)
- . une inflammation aiguë de la patte du rat est induite par différents principes actifs (carrageenine, 5-hydroxytryptamine (5 - HT) , dextran, bradykinine et prostaglandine)
- . une pleurésie est induite chez le rat par administration orale de térébenthine

L'activité de l'extrait de *Mangifera indica* L est testée par rapport à deux substances de référence : phenylbutazone et betamethazone.

II.2. Résultats

L'extrait alcoolique de la graine de *Mangifera indica* L présente une activité significative sur l'oedème induit par la carrageénine et une activité appréciable contre l'inflammation induite par la bradykinine (cf. tab. 29).

Il a été observé que l'extrait ne possède aucune propriété antagoniste de l'histamine.

L'inflammation induite par la prostagrandine E1 est légèrement modifiée alors que la pleurésie induite par la térébenthine est significativement inhibée (cf. tab. 30).

L'extrait alcoolique de la graine de mangue possède donc une action anti-inflammatoire lors de phénomènes inflammatoires aigus, prolifératifs et immunobiologiques. Cette activité se fait probablement par une activité antikinine et anti-5HT.

La phase aigüe est inhibée par une activité anti-5HT et anti-bradykinine alors que la phase proliférative est inhibée par une activité anti-kinine.

Test	Oedema by	Dose/Route	Reference
Acute	- Carrageenin (Seakem 402, Marine Colloids)	1 mg, subplantar	4
	- Hydroxytryptamine (5-HT) (Creatinine sulphate, Serotonin, Roche)	0.1 mg, subplantar	5
	- Bradykinin (BRS-640, Sandoz)	1µg, subplantar	6
	- Dextran (Mol. wt. 500000)	30 mg, subplantar	7
	- Prostaglandin E ₁ (Upjohn)	5 ng, in 0.1 ml solution, subplantar	6
	- Turpentine pleurisy	0.1 ml, intrapleural	8
Sub-acute	- Cotton pellet	-	9
	- Granuloma pouch	-	10
	- Arthritis by formaldehyde	2 mg, subplantar	11
Chronic	Reumatoid arthritis (Bacto-Adjuvant, Complete Freund - DIFCO)	0.05 ml, subplantar	12

Inflammogen and experimental techniques.

Tab. 28 : (Das 1989) Induction d'un phénomène inflammatoire chez le rat

Drug	Dose mg/kg and route	Mean increase in paw volume, ml ± S.E.	% inhibition
Carrageenin (C) control	-	0.78 ± 0.03	-
C + <i>M. indica</i>	50 oral	0.40 ± 0.01***	48.7
C + Phenylbutazone	50 ip	0.36 ± 0.01***	53.8
C + Betamethasone	50 ip	0.39 ± 0.01***	50.0
5-HT control	-	0.80 ± 0.03	-
5-HT + <i>M. indica</i>	50 oral	0.44 ± 0.01**	45.0
Dextran control	-	0.90 ± 0.02	-
Dextran + <i>M. indica</i>	50 oral	0.60 ± 0.02	33.3
Bradykinin control	-	0.90 ± 0.03	-
Bradykinin + <i>M. indica</i>	50 oral	0.32 ± 0.01*	35.55
Prostaglandin control	-	0.61 ± 0.02	-
Prostaglandin + <i>M. indica</i>	50 oral	0.56 ± 0.03	8.19

Student's t test ***p<0.001; **<0.01; *<0.05.

- Effects of *M. indica* on acute inflammation in rat paws.

Tab. 29 : (Das 1989) Activité de *M. indica* sur l'inflammation aiguë de la patte du rat

Drug	Dose mg/kg and route	Mean volume of pleural fluid (ml ± S.E.)	% inhibition
Turpentine control	-	0.56 ± 0.02	-
Turpentine + <i>M. indica</i>	50 oral	0.11 ± 0.01	80.35***

Student's t test. ***p<0.001

- Effects of *M. indica* against turpentine induced pleurisy in albino rat.

Tab. 30 : (Das 1989) Activité de *M. indica* dans la pleurésie induite par la térébenthine chez le rat albinos.

Test	Oedema by	Percentage of inhibition		
		<i>M. indica</i>	Phenylbutazone	Betamethasone
Acute	- Carrageenin	48.70	53.8	50.0
	- Bradykinin	35.55	-	-
	- 5 - HT	45.00	-	-
	- Dextran	33.33	-	-
	- Prostaglandin E ₁	8.19	-	-
	- Turpentine	80.35	-	-
Subacute	- Cotton pellet	35.71	50.00	57.14
	- Granuloma pouch	50.00	70.00	72.00
Chronic	- Arthritis by formaldehyde	16.66	83.33	66.66
	- Rheumatoid arthritis	72.70	36.60	90.00

Summary of the experimental results on antiinflammatory action of *M. indica*.

Tab. 31 : (Das 1989) Activité anti-inflammatoire de l'extrait alcoolique de la graine de *Mangifera indica* L.

F. ACTIVITE ANTI-TUMORALE

Plusieurs études ont montré l'activité immuno-modulatrice de la mangiférine et une étude récente a mis en évidence une certaine activité anti-tumorale de l'écorce de *Mangifera indica* L.

L'idée d'étudier le potentiel immuno-modulateur de la mangiférine vient de la constatation d'une augmentation considérable de la concentration en mangiférine dans les organes des plantes soumises à des blessures et à des infections dues à des micro-organismes pathogènes (Ghosal - 1978 - 1979).

L'observation, également, des propriétés chélatrices des métaux de la mangiférine renforce cette idée.

I. Extrait alcoolique d'écorce

Muanza (1995) étudie l'activité antitumorale de divers extraits de plantes d'origine zairoises dont l'extrait méthanolique de l'écorce de tige de *Mangifera indica* L.

I.a. Méthodes d'étude

I.a.1 Extraction

L'extraction de l'écorce de tige de *Mangifera indica* L se fait par du méthanol. Après élimination du solvant, l'extrait est mis en suspension dans un mélange méthanol : eau (1:9, v/v) puis successivement extrait par de l'hexane, du chloroforme et de l'acétate d'éthyle.

I.a.2. Modèles de cellules tumorales

L'activité anti-tumorale est déterminée sur 60 lignées cellulaires dérivant de 8 types de tumeurs humaines : sein, leucémie, poumon, colon, cerveau, mélanome, ovaire, rein.

I.a.3. Tests in vitro

L'extrait alcoolique d'écorce est incubé pendant 48 heures avec les différentes cellules tumorales.

les cellules sont fixées alors in situ, lavées puis séchées. De la sulforhodamine B, un colorant rose anionique qui se fixe aux acides aminés basiques des cellules fixées par l'acide trichloracétique est ajouté.

Les cellules sont lavées et le colorant restant est fonction de la masse cellule adhérente.

La masse fixée est solubilisée et mesurée par spectrométrie.

L'extrait d'écorce est évalué contre chaque lignée de cellules comprenant un panel de 60 lignées de cellules tumorales humaines à la dose de 100 µg/ml.

II.b. Résultats (cf. tab. 32)

L'extrait méthanolique de *Mangifera indica* L montre donc une activité intéressante de cytotoxicité à la dose de 100 µg/ml.

Cette cytotoxicité est significative envers les cellules tumorales pulmonaires de lignée MCF7, MDA.MB 435 et MDA-N ainsi qu'envers les cellules tumorales du colon de lignée SW-620 et rénales de lignée 786-0.

L'étude de l'activité des différentes fractions d'extraction (hexane, chloroforme, acétate d'éthyle) obtenue à partir de l'extrait méthanolique indique que l'activité anti-tumorale de l'écorce de *Mangifera indica* L se retrouve dans la fraction acétate d'éthyle.

II. Mangiférine

II.1. Activation des lymphocytes (Chattopadhyay - 1987)

II.1.a. Méthodes d'étude

L'activité de la mangiférine est évaluée in vitro sur l'activation des lymphocytes murins.

II.1.a.1. Matériel

La mangiférine est isolée de *Mangifera indica* L.

La mangiférine et les lectines PHA (phytohemagglutinines) et ConA (concanavaline A) sont dissoutes dans une solution tampon saline (0,15 M, pH = 7,2) à différentes concentrations.

Les lymphocytes spléniques sont préparés à partir de souris normales et de souris présentant une tumeur ascitique transplantable S-180.

Les thymocytes sont préparés à partir du thymus d'une souris adulte.

Les splénocytes et les thymocytes sont lavés et mis en suspension dans un milieu contenant du RPMI-1640 = 4 - (2 - hydroxyethyl - 1 - piperazine), éthane sulfonic acid (HEPES), L-glutamine, de la pénicilline, streptomycine, mycostatine + 10 % "fetal calf serum" (sérum foetal de veau).

II.1.a.2. Test

La prolifération des lymphocytes spléniques et des thymocytes en présence de mangiférine et des lectines PHA et ConA est évaluée en mesurant la captation de thymidine (^3H) par les cellules.

II.1.b. Résultats

La mangiférine induit une forte prolifération des cellules spléniques et des thymocytes à des doses comprises entre 5-40 $\mu\text{g/ml}$ (cf. tab. 33).

Un pic est obtenu pour les thymocytes à 5 $\mu\text{g/ml}$ de mangiférine alors que la prolifération des lymphocytes spléniques est à son maximum à 20 $\mu\text{g/ml}$.

En prenant comme référence l'activation des splénocytes d'une souris porteuse d'une tumeur S-180 par la PHA et la ConA à 5 $\mu\text{g/ml}$, il a été mis en évidence que les splénocytes répondaient à l'action de PHA et ConA jusqu'à J10 d'évolution de la tumeur avec une réponse maxi à J4. Ensuite, avec l'évolution de la tumeur, la réponse des splénocytes en présence des lectines diminue progressivement.

Parallèlement, la mangiférine à 5 et 20 $\mu\text{g/ml}$ induit une prolifération des cellules spléniques chez les souris porteuses de la même tumeur tous les jours de l'évolution de la tumeur avec une réponse plus importante à la concentration de 20 $\mu\text{g/ml}$ (cf. tab. 34).

Contrairement à la PHA et la ConA, la réponse des lymphocytes à la mangiférine ne faiblit pas significativement entre J4 et J10.

L'association de mangiférine (5 µg/ml) avec PHA (5 µg/ml) ou ConA (5 µg/ml) indique qu'il n'y a pas addition des réponses prolifératives des lymphocytes chez les souris normales ou porteuses de tumeur pour le PHA mais l'association mangiférine/ConA entraîne une augmentation de la réponse proliférative pour les deux types de souris.

II.1.c. Conclusion

La prolifération des thymocytes induite par la mangiférine suggère qu'elle agirait en activant les cellules T indépendamment des cellules B.

La mangiférine est connue pour fixer un certain nombre d'ions métalliques : Zn, Cu, Fe (Chattopadhyay - 1984).

En partant de cette constatation, les auteurs suggèrent que la mangiférine activerait les lymphocytes en formant initialement des complexes avec Zn, Fe ou autres ions à la surface des cellules ainsi que par mobilisation intracellulaire des métaux de la même façon que la transferrine qui a montré une potentialisation de la réponse proliférative des lymphocytes induite par les lectines (Brock - 1986).

La mangiférine possède donc un potentiel immuno-modulateur relativement important.

II.2. Activation des macrophages (Guha, - 1993).

II.2.a. Méthodes d'étude

Les auteurs montrent l'intérêt de la mangiférine dans la stimulation de l'immunité non spécifique.

III.2.a.1. Matériel

La mangiférine est isolée de *Mangifera indica* L et dissoute dans une solution tampon saline (0,15 M, pH = 7,2).

Un groupe de souris femelles développe un fibrosarcome ascitique (A.F.S.) transplantable après l'inoculation intrapéritonéale hebdomadaire de 10^6 cellules d'AFS pendant 12-16 semaines.

On les étudie par rapport à un groupe de souris normales.

II.2.b. Résultats

L'administration intrapéritonéale de mangiférine induit une augmentation du nombre de macrophages péritonéaux (cf. tab. 35).

L'activité de la phosphatase acide (AP) des macrophages a été mesurée afin d'évaluer l'activité de la mangiférine sur les macrophages péritoneaux.

L'activité AP des macrophages après 48 heures de traitement avec la mangiférine est augmentée (cf. tab. 36).

D'autre part il est observé que l'activité ADCC (Antibody dependant cell mediated cytotoxicity) des macrophages est augmentée in vitro après exposition à la mangiférine.

Il est noté également que l'activité de phagocytose des macrophages envers les cellules AFS est significativement supérieure après administration intra-péritonéale (ip) de 10 µg/ml pendant 2 jours de mangiférine (cf. tab. 37).

Les macrophages obtenus après 2 jours d'administration ip de 10 µg/g de mangiférine ainsi que les macrophages traités in vitro avec 5 ou 20 µg/ml de mangiférine à 37°C pendant 30 mn sont lavés et leurs récepteurs aux anticorps des cellules AFS sont déterminés après incubation avec les cellules tumorales avec un rapport de 1/50 pendant 15 mn à 4°C.

Pour les deux types de macrophages traités par la mangiférine, on observe une augmentation de la cytoadhérence de ces macrophages aux cellules AFS.

II.2.c Conclusion

La stimulation d'un grand nombre de cellules péritonéales par la mangiférine aux doses de 5 à 25 µg/g (<< aux LD50) et la prédominance des macrophages dans l'exudat péritonéal avec une multiplication par 5 dans les 48 heures suivant l'administration de mangiférine à 10 µg/g suggère que ce composé induit fortement la réaction immuno-modulatrice.

L'activation de la mangiférine sur les macrophages se ferait à plusieurs niveaux :

1. Activation des enzymes lysosomales avec une augmentation de l'activité phosphatase acide
2. Induction de la cytotoxicité, cependant de courte durée
3. Augmentation de la phagocytose des cellules tumorales (AFS) par les macrophages
4. Augmentation de la cyto-adhérence des macrophages aux cellules AFS.

La mangiférine induit donc fortement l'activation des macrophages péritonéaux in vivo et in vitro.

Ces observations viennent en compléter d'autres faites précédemment : la mangiférine possède une activité chélatrice de métaux (Chakrabarti & Ghosal - 1989, Chattopadhyay - 1984), un effet inhibiteur des mono-aminoxydases (Bhattacharya - 1972) ainsi qu'un effet lymphoprolifératif (Chattopadhyay - 1987).

Toutes ces informations confèrent à la mangiférine, un des principal constituant de l'écorce et de la feuille de *Mangifera indica* L une potentialité anticancéreuse.

Cytotoxicity profiles of methanol extracts from *H. acida*, *M. indica*, and *S. rhombifolia* against human tumor cell panels.

Panel /Cell line	Growth percentage (*) <i>M. indica</i>
1. Breast Cancer	
BT-549	41.5
HS 578T	34.0
MCF7	-69.2
MCF 7/ADR-Res	29.6
MDA-MB-231	9.6
MDA-MB-435	-67.0
MDA-N	-62.1
T-47 D	42.6
2. Leukemia	
CCRF-CEM	12.5
HL-60 (TB)	69.8
K-562	27.3
MOLT-4	41.8
RPMI-8226	>100.0
SR	88.0
3. Non Small Cell Lung Cancer	
A 549/ATCC	28.4
EKVX	78.6
HOP-62	33.4
HOP-92	-12.1
NCI-H23	38.2
NCI-H322M	53.4
NCI-460	20.6
NCI-H522	55.3
NCI-H226	-10.6
4. Colon Cancer	
COLO 205	16.2
HCC-2998	-9.1
HCT-116	11.4
HCT-15	44.7
HT 29	1.0
KM 12	57.1
SW-620	-66.4
5. CNS Cancer	
SF-268	62.9
SF-295	33.4
SF-539	44.7
SNB-19	85.3
SNB-75	46.4
U 251	37.6
6. Melanoma	
LOXIMVI	5.7
M 14	8.2
MALME-3M	49.0
SK-MEL-2	19.5
SK-MEL-28	57.3
SK-ME1-5	38.2
UACC-257	76.4
UACC-62	2.3

(Continued)

Continued.

Panel /Cell line	Growth percentage (*) <i>M. indica</i>
7. Ovarian Cancer	
IGROVI	56.4
OVCAR-3	31.0
OVCAR-4	45.0
OVCAR-5	54.6
OVCAR-8	53.3
SK-OV-3	51.7
8. Renal Cancer	
786-0	-37.4
A 498	-2.4
AaN	57.8
CAKI-1	10.6
RXF-393	82.2
SN 12C	66.0
TK-10	60.8
UO-31	50.8

(*): Figures are "% Growth" with respect to concomitant and zero-time controls.

If >100, then Stimulative.

If 0 to 100, then Cytostatic/Cytotoxic.

If Negative, then Cytolytic.

Tab. 32 : (Muanza 1995) Cytotoxicité de l'extrait méthanolique de *Mangifera indica* L. envers des cellules tumorales humaines

PROLIFERATIVE RESPONSE OF SPLENCYTES AND THYMOCYTES TO DIFFERENT DOSES OF MANGIFERIN

Stimulant	Dose $\mu\text{g ml}^{-1}$	SI ^a (mean \pm S.E.M.)	
		Splenocyte	Thymocyte
PHA	2.5	3.80 \pm 0.19 (5) ^b	3.77 \pm 0.13 (6)
	5	4.88 \pm 0.09 (5)	4.05 \pm 0.23 (5)
Con A	2.5	6.48 \pm 0.27 (5)	4.85 \pm 0.10 (9)
	5	7.12 \pm 0.38 (5)	6.14 \pm 0.41 (5)
Mangiferin	2.5	1.84 \pm 0.08 (5)	2.03 \pm 0.10 (5)
	5	5.18 \pm 0.26 (5)	5.10 \pm 0.18 (5)
	10	4.95 \pm 0.17 (5)	4.98 \pm 0.16 (5)
	20	6.79 \pm 0.26 (7)	4.4 \pm 0.34 (5)
	40	6.35 \pm 0.29 (4)	4.38 \pm 0.22 (4)
	50	2.04 \pm 0.08 (5)	2.68 \pm 0.12 (5)
	100	1.94 \pm 0.09 (4)	1.68 \pm 0.07 (4)

^a Stimulation index.

^b Number of observations.

Tab. 33 : (Chattopadhyay 1987) Réponse proliférative des splénocytes et thymocytes à différentes doses de mangiférine.

ACTIVATION OF SPLENCYTES OF TUMOR HOSTS WITH MANGIFERIN AT DIFFERENT DAYS OF TUMOR GROWTH

Stimulator	SI ^a (mean \pm S.E.M.) (days of tumor growth)					
	2	4	6	8	10	12
PHA	3.50	4.91	4.22	2.30	2.99	1.45
5 $\mu\text{g ml}^{-1}$	\pm 0.30 (5) ^b	\pm 0.28 (5)	\pm 0.13 (5)	\pm 0.08 (5)	\pm 0.29 (5)	\pm 0.09 (6)
Con A	5.9	7.87	6.5	4.76	3.47	2.52
5 $\mu\text{g ml}^{-1}$	\pm 0.41 (5)	\pm 0.25 (5)	\pm 0.21 (5)	\pm 0.61 (5)	\pm 0.42 (5)	\pm 0.26 (6)
Mangiferin	4.31	4.70	5.62	ND ^c	4.71	3.39
5 $\mu\text{g ml}^{-1}$	\pm 0.40 (5)	\pm 0.28 (5)	\pm 0.32 (5)		\pm 0.15* (5)	\pm 0.17* (6)
20 $\mu\text{g ml}^{-1}$	5.79	7.58	7.05	ND	7.89	3.95
	\pm 0.39 (5)	\pm 0.19 (5)	\pm 0.25 (4)		\pm 0.29* (5)	\pm 0.22* (6)

^a Stimulation index.

^b Number of observations.

^c Significantly higher ($P < 0.01$) as compared to the corresponding values for PHA and Con A.

Tab. 34 : (Chattopadhyay 1987) Activation des splénocytes par la mangiférine, PHA et ConA au cours de l'évolution de la tumeur

Induction of peritoneal macrophages by mangiferin

Treatment ^a	Number of peritoneal macrophages × 10 ⁶ (mean ± SEM)	
	Days after treatment	
	2	3
PBS	2.4 ± 0.1 (14) ^b	2.3 ± 0.2 (12)
Mangiferin (µg/g b.w.)		
5	^c 3.4 ± 0.2 (6)	^c 3.9 ± 0.3 (6)
10	^{c,d} 10.8 ± 1.0 (6)	^c 4.7 ± 0.4 (6)
25	^c 4.7 ± 0.5 (6)	^c 5.6 ± 0.5 (6)

^a The mice were treated intraperitoneally with 0.2 mL of PBS or the test compound.
^b Number of animals used. ^c *p* < 0.001 compared with the control values. ^d *p* < 0.001 compared with all other values.

Tab. 35 : (Guha 1993) Induction des macrophages péritoneaux par la mangiférine.

Acid phosphatase activity of the mangiferin-elicited and *in vitro* treated peritoneal macrophages

Peritoneal macrophages	<i>n</i>	SA ^a (mean ± SEM)
RM	12	103 ± 6.3
^b Mangiferin-elicited	15	118 ± 6.4
^c Mangiferin-treated (µg/mL)		
5	9	^d 170 ± 2.0
20	7	^d 180 ± 3.0

n, number of observations.

^a Specific activity of acid phosphatase mM of PNP released/g protein/h.

^b Mangiferin elicited macrophages were isolated after 2 days of i.p. treatment of mice with 10 µg/g b.w. mangiferin

^c RM were treated *in vitro* with mangiferin for 30 min at 37 °C.

^d *p* < 0.001 compared with the corresponding value of RM

Tab. 36 : (Guha 1993) Activité A.P. des macrophages péritoneaux traités par la mangiférine

Phagocytosis and binding of tumour cells by mangiferin-elicited *in vitro* treated peritoneal macrophages

Peritoneal macrophages	% Engulfment (mean ± SEM)	% Target bound macrophages (mean ± SEM)
RM	2.4 ± 0.2 (14) ^a	31.0 ± 2.2 (6)
^b Mangiferin-elicited	^d 4.5 ± 0.2 (9)	^d 39.0 ± 1.3 (6)
^c Mangiferin-treated (µg/mL)		
5	^d 5.1 ± 0.3 (8)	^d 40.1 ± 1.2 (6)
20	^d 4.2 ± 0.4 (8)	^d 44.0 ± 2.1 (6)

^a Number of animals studied.

^b Mangiferin-elicited macrophages were isolated from mice after 2 days of i.p. treatment with 10 µg/g b.w. mangiferin 2 days prior to peritoneal cell isolation.

^c RM were treated *in vitro* with mangiferin for 30 min at 37 °C.

^d *p* < 0.001 compared with the corresponding value of RM.

Tab. 37 : (Guha 1993) Activités de phagocytose et de cytoadhérence aux cellules tumorales des macrophages péritoneaux traités *in vitro* par de la mangiférine.

G. ACTIVITE ANTIVIRALE

Des études ont été effectuées afin d'évaluer l'activité antivirale de l'extrait de *Mangifera indica* L. ou de la mangiférine sur les virus Herpes Simplex I et II, HIV (Zeng Min Shi - 1990, Zhu-Xm - 1993, Muanza - 1995,).

Si l'activité anti HIV n'est pas concluante, l'activité contre les virus HSV-I et HSV II de la mangiférine est tout à fait vérifiée.

I. Méthodes d'étude

I.1. Extraction

La mangiférine est extraite des feuilles de *Mangifera indica* L.

I.2. Méthodes

L'activité anti HSV I (Zheng Min Shi - 1990) est évaluée in vitro par 4 méthodes afin de déterminer le mode d'action de la mangiférine.

L'activité de la mangiférine est déterminée par rapport à celle de 3 antiviraux : acyclovir, idoxuridine et cyclotidine.

Les 4 tests suivants sont effectués :

- . Test d'interaction directe pa-virus (voie directe)
- . Inoculation initiale du virus suivie de l'addition de la mangiférine (voie thérapeutique)
- . Addition initiale de la mangiférine suivie de l'inoculation du virus (voie préventive)
- . Addition simultanée de la mangiférine et du virus aux cellules (voie simultanée).

L'activité anti HSV II de la mangiférine est également évaluée in vitro (Zhu-XM - 1993) en déterminant la concentration efficace 50 (EC₅₀) sur la formation de plaques HSV-II dans des cellules Hela et en déterminant également la EC₉₀ et EC₉₉ (qui réduit la réplication du virus de 90 % et 99 %).

L'index thérapeutique IC₅₀/EC₅₀ est de 8,1.

II. Résultats et discussion

L'activité anti HSV-I de la mangiférine ne se manifeste pas de façon directe contrairement à l'acyclovir et à l'idoxuridine.

Par la voie simultanée, l'activité de la mangiférine et de l'acyclovir (25 µg/ml) est supérieure à celle de idoxuridine et cyclodydine (50 µg/ml).

Par la voie thérapeutique, les activités de l'acyclovir et de l'idoxuridine (25 µg/ml) sont supérieures à celles de la cyclotidine, la mangiférine.

De façon préventive, la mangiférine comme l'idoxuridine n'a pas d'effet.

La réduction moyenne de la plaque virale aux doses de 25, 50, 100 et 250 µg/ml est de 56,8 % (cf. tab. 38).

En ce qui concerne l'activité anti HSV-II de la mangiférine, (Zhu-XM - 1993) la $EC_{50} = 111,7$ µg/ml (diminution de la formation de la plaque virale dans les cellules Hela).

EC_{90} : concentration qui diminue la réptication du virus de 90 % = 33 µg/ml

EC_{99} : concentration qui diminue la réplication du virus de 99 % = 80 µg/ml.

L'index thérapeutique IP_{50}/EC_{50} est de 8,1.

Zheng Min Shi & Lu Zhong Yi (1990) concluent à l'inhibition de la réplication de HSV-I dans les cellules par la mangiférine et Xhu-XM (1993) conclut que la mangiférine n'inactive pas directement le virus HSV-II et qu'elle inhiberait la réplication du virus à un stade tardif.

Une étude réalisée par Muanza (1995) sur l'extrait méthanolique d'écorce de tige de *Mangifera indica* L ne montre qu'une faible activité cytoprotective contre le virus HIV.

L'intérêt de l'utilisation d'extraits de *Mangifera indica* L. dans le cadre du sida est plutôt lié à l'activité anti-bactérienne et anti-parasitaire de ces extraits (cf. chapitre "Activité antibactérienne). Ils serviraient donc plutôt à soigner les pathologies associées au sida (surinfections bactériennes, diarrhées, ...).

Virus plaque reduction rate (%) on virus inoculation preceding drug addition (n = 4).

Drug	Virus-plaque reduction rate with various drug doses (µg / ml)				Average plaque reduction rate
	25	50	100	250	
Isomangiferin	39.2	57.6	81.2	100.0	69.5
Mangiferin	32.8	49.4	65.5	79.4	56.8
Iodoxuridine	27.3	62.0	81.1	100.0	67.6
Cycloctidine	21.1	49.9	74.2	81.3	56.6
Acyclovir	26.1	55.2	83.6	88.1	63.3

Tab. 38 : (Zheng Min Shi 1990) Réduction de la plaque virale après addition des principes actifs

H. LUTTE CONTRE LA CARANCE EN VITAMINE A

I. Rôles de la vitamine A

La déficience en vitamine A et le problème de xerophthalmie qui en découle est un problème de santé publique dans tous les pays en voie de développement.

L'avitaminose A est fréquemment associée à la malnutrition, aux infestations parasitaires, aux infections bactériennes et aux problèmes de diarrhées. La vitamine A intervient dans de nombreux processus du corps humain et son déficit se traduit par différents symptômes.

Vitamine A et mécanisme de la vision (Herberg - 1985)

La rétine comporte deux types de cellules : les cônes sensibles à la lumière et aux couleurs et les bâtonnets pour la vision en faible intensité lumineuse.

Dans la rétine, la vitamine A se trouve non pas sous forme d'alcool (rétinol) mais sous forme d'aldehyde (rétinal).

Le rétinal se combine à une protéine, l'opsine, forme la rhodopsine qui est décomposée par la lumière. Sa reconstitution nécessite un apport correct en vitamines A.

En cas de carence en vitamine A, le premier signe observé est une baisse de la vision en lumière atténuée (perte de la vision crépusculaire et à l'aube).

Vitamine A et différenciation des tissus

La vitamine A permet le maintien de l'intégrité des épithéliums (peau et muqueuse).

Dans les carences en vitamine A, on constate dans les tissus épithéliaux que les cellules qui secrètent le mucus diminuent en nombre et sont remplacées par des cellules qui produisent une quantité anormale de kératine.

La kératinisation peut se situer au niveau de l'épithélium de la cornée, de la peau et de la muqueuse intestinale.

La vitamine A intervient également dans la synthèse des mucopolysaccharides. Par l'intermédiaire des lésions de l'épithélium, la carence en vitamine A serait un facteur favorisant du processus cancéreux (cancers épithéliaux).

Vitamine A et reproduction

La vitamine A intervient dans la synthèse des différents stéroïdes, en particulier de la progestérone.

Vitamine A et résistance aux infections

Les animaux carencés en vitamine A sont plus sensibles que les témoins à la tuberculose, aux salmonelles, aux infections à Cocci, rickettiose et aux infections virales.

On connaît mal le mécanisme d'action de la vitamine A dans le processus immunitaire. Des travaux expérimentaux ont mis en évidence que de nombreux aspects de la réponse immunitaire sont déprimés chez l'animal carencé en vitamine A.

- . chute de la teneur en lysozyme des leucocytes
- . diminution des lympho T
- . réduction de l'activité phagocytaire et bactéricide des leucocytes.

Il faut cependant noter que le nombre de lympho B et le titre des Ig sont normaux chez l'animal carencé après vaccination.

Rôle dans le processus de détoxification

Des expériences montrent qu'une dose de DDT qui n'est pas toxique pour les animaux non carencés en vitamine A devient toxique pour les animaux carencés ou même sub-carencés en vitamine A.

Chez des rats non carencés soumis au DDT, on constate une baisse des réserves hépatiques en vitamine A qui coïncide avec une baisse des taux de cytochrome P450.

On peut donc émettre l'hypothèse que la vitamine A intervient dans l'induction des enzymes microsomales (cytochrome P450 en particulier) qui participent au processus de détoxification.

La richesse en vitamine A de la mangue et sa forte présence dans de très nombreux pays laissent apparaître un intérêt pour la consommation de ce fruit afin de palier ce problème de carence.

II. Biodisponibilité

L'intérêt de la mangue dans l'avitaminose A est sa grande richesse en vitamine A mais également une bonne biodisponibilité de cette vitamine A comme l'indique Yuyama (1991).

Il a mesuré la biodisponibilité de la vitamine A provenant de la mangue en déterminant les réserves en vitamine A et carotène dans le foie et le plasma chez le rat.

Les résultats montrent que la vitamine A provenant de la mangue est fortement assimilée (82 %) comparés aux résultats obtenus avec les groupes contrôle ayant reçus des doses déterminées de retinyl palmitate.

III. Place de la mangue dans la lutte contre l'avitaminose A

Une étude sur la déficience en vitamine A menée de janvier à février 1991 dans une région des Philippines a permis de mettre en évidence qu'une diminution de la fréquence de consommation de mangues ainsi que d'oeufs et de foie est associée à une augmentation du risque de déficience en vitamine A (Rosen - 1994).

Des résultats similaires ont été trouvés par Mele & al (1991). Ils font part d'une augmentation des risques de xerophthalmie associée à une diminution de consommation de légumes verts, fruit jaunes (mangues, papayes,) et oeufs durant le sevrage.

IV. Conclusion

Il semblerait donc qu'une augmentation de la consommation de fruits tels que la mangue ou la papaye permettrait de limiter les risques d'avitaminose A dans les pays en voie de développement.

La mangue est d'autant plus intéressante que sa richesse en vitamine A est associée à une grande biodisponibilité.

V. UTILISATIONS

I. Introduction

Le manguier, bien qu'étant originaire de l'Inde, est présent dans tous les pays tropicaux soit à l'état sauvage, soit en tant qu'arbre fruitier cultivé.

Il est utilisé traditionnellement en médecine dans de très nombreux pays. Il est inclus dans les pharmacopées mexicaine et vénézuélienne. Dans la pharmacopée mexicaine, la racine, la fleur, le fruit, la résine et la graine sont indiqués et dans celle du Vénézuéla, l'utilisation du fruit et de la racine est préconisée (Imbesi - 1964).

De nombreuses études ethno-botaniques et médicales montrent l'utilisation des différentes parties de cette plante en médecine traditionnelle. Ces utilisations varient en fonction du pays.

II. Diverses utilisations en fonction du pays

II.1. Vénézuéla

Werner Wilbert et Gérard Haick (1991) ont réalisé une étude parmi les Indiens Warao vivant dans l'est du Vénézuéla. Cette étude permet de dénombrer l'utilisation de 100 plantes représentant 45 familles en médecine traditionnelle.

Le manguier, qui est une plante de grande fréquence dans ce pays apparaît dans ce recueil de plantes médicinales. Les feuilles sont utilisées pour traiter la fièvre, la toux et surtout les diarrhées, simples ou associées à des vomissements ou à la varicelle.

L'intérêt du manguier dans les problèmes gastro-intestinaux se révèlent très importants étant donné la gravité et la fréquence de ces troubles dans les pays en voie de développement.

Pour le Vénézuéla par exemple, les statistiques nationales de la santé indiquent que les pathologies d'origine gastro-intestinales représentent la principale cause de mortalité et de morbidité dans cette région du pays, spécialement chez les enfants et les pré-adolescents.

II.2. Inde

Reddy et son équipe (1989), ont étudié le mode de vie des habitants du district d'Anantapur de l'Andhra Pradesh, un état du sud de l'Inde.

Parmi les 92 plantes utilisées de façon courante lors de pathologies diverses, on retrouve le manguier dont l'écorce de tige est utilisée en décoction pour traiter les maux de ventre associés aux règles. D'autre part, l'écorce et les feuilles sont utilisées fréquemment dans tout le pays pour traiter les problèmes de bouche : inflammation, infections, plaies, ... (Patel - 1988 et Srinivasan - 1982).

Les feuilles sont communément utilisées par les villageois comme agent brossant pour les dents et sont incluses dans la composition de certaines poudres à usage dentaire.

II.3. Haïti / Caraïbes

Une étude réalisée dans la région de Thomonde dans le plateau central d'Haïti a permis d'établir une liste de 161 plantes locales réparties en 64 familles botaniques et communément utilisées dans le traitement de 38 maladies courantes (Weniger - 1986).

L'écorce de manguier est utilisée par la population en macération en cas de troubles hépatiques.

Aux Caraïbes, la mangue a longtemps été considérée comme anti-scorbutique du fait de sa teneur en vitamine C. Au 19ème siècle Descourtiz préconisait l'usage des feuilles comme odontalgique et celui de l'amande comme antihelminthique et anti syphilitique. La décoction des noyaux passait pour être vermifuge, anti-diarrhéique et anti-hémorroïdaire.

De nos jours, dans les Petites Antilles, la décoction de feuilles est parée de nombreuses vertus : anti-ictérique, sudorifique, fébrifuge, anti-hypertensive, diurétique, astringente, anti-rhumatismale. L'écorce et les feuilles sont employées lors d'affections gastro-intestinales (diarrhées, gastrite, dysenterie, digestion difficile) et sont considérées efficaces contre les bronchites, les rhumes, la toux et l'asthme (Longuefosse - 1995).

En Martinique, ainsi que dans de nombreux pays des Caraïbes, les graines font partie des remèdes vermifuges.

II.4. Afrique

Une étude réalisée à Bata et Malabo en Guinée Equatoriale montrent l'utilisation par les Fang, le groupe ethnique majoritaire, de l'écorce du manguier en macération par voie interne comme anti-diarrhéique et par voie externe comme anti-hémorroïdaire (Akendengégue - 1992).

Dans l'est de la Tanzanie, les décoctions de racines sont utilisées traditionnellement pour traiter la malaria (Chabra - 1987).

Les feuilles sont également indiquées pour les maladies de peau, la dysenterie, l'asthme et la toux.

Les décoctions d'écorces sont utilisées en gargarismes pour les maux de dents et le fruit est utilisé pour les problèmes ophtalmiques.

L'amande est indiquée comme anti-helminthique, anti-hémorragique et anti-diarrhéique.

Le Grand A . (1987-1989) indique l'utilisation traditionnelle au Sénégal des différentes parties du manguier afin de traiter les odontalgies, les affections cutanées, les plaies de la bouche, la dysenterie, la diarrhée, la bronchite, angine, blénnorrhagie et syphilis.

II.5. La Réunion

Dans la pharmacopée traditionnelle de La Réunion les indications et le mode d'utilisation des différentes parties de plantes sont les suivants :

Hypertension : Laisser infuser 3 feuilles de mangue carotte dans 1 litre d'eau.

Posologie : 1 verre 3 fois par jour.

Bronchite, diarrhée, dysenterie :

Faire bouillir un morceau d'écorce et des feuilles jaunies.

Colique : Faire bouillir un coeur de feuilles et boire avec du miel.

Colique au cours des règles :

Faire bouillir 2 coeurs de feuilles dans 1 demi litre d'eau et boire la décoction 2 à 3 fois par jour.

Hémorroïdes : Bain de siège avec 3 morceaux d'écorce de manguier sauvage.

écrasée, l'écorce est mise à tremper toute la nuit dans 5 litres d'eau.

Asthme : Mettre tremper les feuilles dans un récipient et boire le matin.

III. Récapitulatif

Utilisation	Partie de plante	Pays
. Anti-diarrhéique/dysenterie	Ecorce Feuilles Ecorce et feuilles	Guinée équatoriale - Sénégal Vénézuéla Caraïbes et Réunion
. Maux de ventre associés aux règles	Ecorce de tige Feuilles	Inde Réunion
. Hémorroïdes	Ecorce	Guinée Equatoriale et Réunion
. Pathologies buccales et dentaires	Ecorce de tige Feuilles	Tanzanie - Sénégal - Inde
. Toux, asthme, bronchite	Feuilles Peau du fruit	Sénégal - Tanzanie - Vénézuéla - Réunion Caraïbes
. Troubles hépatiques	Ecorce	Haïti
. Fièvre	Feuilles	Vénézuéla
. Hypertension/Diurétique	Feuilles	Réunion - Caraïbes
. Malaria	Racine	Tanzanie
. Angine	Feuilles	Sénégal
. Antihelminthique	Amandes	Tanzanie
. Affections cutanées	Feuilles et écorce	Tanzanie - Sénégal
. Rhumatismes	Fruits et feuilles	Caraïbes
. Syphilis	Huile résineuse	Sénégal

IV. Conclusion

Ce récapitulatif des différentes utilisations possibles du manguier en médecine traditionnelle n'est pas exhaustif mais montre bien l'usage quasi automatique du manguier dans les pays où il est présent.

De toutes les indications citées celle d'anti-diarrhéique revient le plus souvent. Cela est justifié par une forte présence de tanins dans les feuilles, tiges et écorce

Il faut remarquer également l'utilisation fréquente des feuilles et de l'écorce dans les pathologies buccales qui peut s'expliquer par une activité anti-bactérienne et anti-inflammatoire des différents extraits (Patel - 1988 / Srinivasan 1982).

VI. TOXICOLOGIE

I. INTRODUCTION

Les préparations traditionnelles à base des différentes parties du manguier ne présentent pas de risques majeurs toxiques mais il convient de ne pas abuser de ses ressources thérapeutiques. En effet, l'absorption excessive de ces préparations à base de feuilles, tiges ou écorce peut provoquer des phénomènes d'irritations stomacales et rénales.

Les accidents toxicologiques liés au manguier les plus importants peuvent se produire à la suite de la manipulation ou de l'ingestion du fruit.

Ces accidents se traduisent par des dermatites de contact d'intensité variable et par des réactions anaphylactiques plus ou moins aiguës.

Ce genre de problème se rencontre malheureusement de plus en plus fréquemment dans les pays d'Europe et d'Amérique du Nord avec la consommation croissante de ce fruit qui, il y a quelques années, était quasiment inconnu du grand public.

II. DERMATITE

La famille des Anacardiaceae est réputée pour avoir des représentants possédant des propriétés irritantes pouvant provoquer des lésions de la peau.

De nombreux cas d'allergie de contact ont été décrits suite à la manipulation du fruit du manguier (Simmons - 1921, Kirby-Smith - 1938, Keil - 1946).

Keil (1946) démontre que l'exudat présent à la surface du fruit fraîchement cueilli était de nature résineuse et pouvait provoquer des allergies de contact semblables à celles provoquées par le sumac vénéneux appartenant à la même famille et poussant en Amérique du Nord (*Rhus toxicodendron*).

Le constituant majeur du latex et vraisemblablement le responsable de ces réactions est le 5-[2(Z) - heptadecenyl] résorcinol - (Bandopadhyay - 1985).

-> **Type de réaction**

Il semblerait qu'une hypersensibilité I à la mangue soit beaucoup moins fréquente que les hypersensibilités I provoquées par d'autres plantes de la famille des Anacardiaceae (sumac, noix de cajou, ...).

Les réactions d'hypersensibilité à la mangue se retrouvent beaucoup chez les personnes ayant déjà été sensibilisées par des représentants de la même famille. On assiste souvent, dans le cas de la mangue, à des allergies croisées.

Geroso & Elpern (1992) constatent que chez les natifs d'Hawaï où le sumac ne se développe pas, les réactions d'hypersensibilité à la mangue sont rares. Par contre cette réaction est fréquemment rencontrée chez les touristes américains ayant eu un premier contact avec le sumac.

Geller (1989) invite lui, les Américains qui ont eu par le passé des réactions après contact avec le sumac, à éviter un contact direct avec les autres membres de la famille des Anacardiaceae. On estime quand même que 50 à 70 % des Américains présentent des réactions cutanées positives aux extraits de sumac vénéneux, signant une sensibilisation acquise au cours de leur vie (Delaveau - 1974).

-> **Evolution - Traitement**

La dermatite se développe partout où la peau a été en contact avec le latex.
Elle répond rapidement à une thérapie à base de prednisone (Geller - 1989).

III. REACTION ANAPHYLACTIQUE

Beaucoup plus grave que la dermatite de contact, la réaction anaphylactique se traduit par un oedème periorbital, un gonflement de la face, des lèvres et de la langue, une tachypnée associés à des nausées et des crampes abdominales (Miell - 1988, Ad Jansen - 1992).

Différentes études ont permis d'établir qu'il s'agissait une réaction allergique de type I faisant intervenir des IgE spécifiques (Miell - 1988, Ad Jansen - 1992).

IV. DIVERS

1. Opérant avec un extrait aqueux de feuille de manguier, Hooper et Leonard (1965) constatent que les injections intrapéritonéales de 10 à 20 ml/kg à des souris déclenchaient des symptômes d'irritations péritonéales : tachnée, ataxie, contorsions et dépression quelquefois suivis par la mort de l'animal. Par contre l'injection IV est sans effet toxique sur l'animal.

Les auteurs pensent que l'effet toxique constaté dans le premier cas peut être attribué aux tanins présents dans les feuilles.

2. Les études de toxicité de la mangiférine réalisées chez le rat et la souris ont montré qu'elle était très peu toxique. L'injection à des rats et des souris de doses de 500 mg/100 g n'a aucun effet toxique sur les animaux.

VII. CONCLUSION

La manguière (*Mangifera indica* L.) appartient à la famille des Anacardiaceae. Cet arbre, plusieurs fois millénaire est originaire de l'Inde. De tailles variables à feuillage persistant, les feuilles sont alternes, oblongues à oblongues-lancéolés, les fleurs disposées en panicules sont odorantes et les fruits, de taille et de couleur variables, sont des drupes.

C'est un arbre qui pousse essentiellement en régions tropicales et sub-tropicales et que l'on retrouve sur tous les continents. L'intérêt porté à cet arbre est dû en partie à son fruit, que les pays occidentaux importent de plus en plus. D'autre part, l'utilisation des différentes parties de l'arbre en médecine traditionnelle laisse supposer une composition chimique intéressante.

L'étude chimique fait apparaître de très nombreux composés appartenant à diverses classes. Ce sont les composés polyphénoliques qui sont les plus représentés. En premier lieu, dans la classe des xanthones, la mangiférine est très présente. Elle peut être considérée comme le principe actif caractéristique du manguière bien que l'on puisse la trouver dans d'autres espèces. Elle est identifiée dans l'écorce, la feuille, la fleur et le fruit. Elle est presque toujours accompagnée par deux isomères, l'isomangiférine et l'homomangiférine. Dans la fleur, elle est associée à la 1, 3, 6, 7 tétrahydroxyxanthone et la 1, 3, 5, 6, 7 pentahydroxyxanthone.

Présents en grandes quantités, les tanins sont également très représentatifs des différentes parties de l'arbre (feuille, tige, écorce, graine, fleur, fruit). Ils se retrouvent sous forme de tanins galliques et de tanins condensés ou alors sous forme de molécules de base (acide gallique, acide ellagique, acide protocatéchique).

Le manguière est également une source de flavonoïdes appartenant à 4 classes.

Les flavonols : quercétine et keampferol sont identifiés dans la feuille, l'écorce, le fruit et la fleur lorsque celle-ci est infectée par *Fusarium moniliformae*.

Les autres flavonoïdes plus spécifiques sont la fisetine (flavone), la butine (flavanone) et l'amentoflavone (biflavone) identifiées dans l'écorce.

La péonidine-3-galactoside, une anthocyane a été isolée dans la peau d'une variété de mangue de Floride.

L'étude de l'écorce a permis d'isoler une coumarine appartenant à la classe des furocoumarines appelée mangcoumarine ainsi que deux chromones, la 2-(4'-methyl-benzoyl)-chromone et la 3-methoxy-2-(4'-méthyl-benzoyl)-chromone.

Enfin, une nouvelle amide phénolique, la N-2-(4-hydroxyphenyl)-ethyl-caffeyl-amide a été identifiée dans la fleur.

A côté des composés polyphénoliques, des saponosides sont identifiées dans l'écorce dont l'aglycone est le lupa-12-20(29)-diène-3 β -28 diol.

Concernant plus particulièrement le fruit, qui est le principal intérêt du manguier, on peut mentionner les compositions lipidiques de la pulpe et de la graine dont les acides gras majoritaires sont l'acide stéarique, l'acide palmitique, l'acide linoléique et l'acide oléique. La pulpe peut cependant être caractérisée par la présence de deux acides gras particuliers : l'acide cis vaccénique et l'acide cis-9, cis-15-octodécadiénoïque.

L'intérêt du fruit réside surtout dans la grande richesse en vitamine C, pigments caroténoïdes et vitamine A, mais également dans la composition protéique de la graine (sous produit du fruit) qui se rapproche de celle du riz. Ses faibles teneurs en cystéine et méthionine sont compensées par la forte présence des autres acides aminés essentiels laissant envisager la possibilité de produire des mélanges nutritifs possédant un bon rapport E/T (a.a. essentiels/a.a. totaux).

L'arôme qui est un caractère important du fruit varie d'une variété à l'autre. Il a cependant été remarqué que le car.-3-ène serait caractéristique des fruits cultivés en Amérique (variétés récentes) alors que le cis- β -ocimène, le myrcène et l' α -terpinolène sont prédominants dans les variétés indiennes (variétés anciennes).

Les constituants terpéniques des feuilles et des écorces sont également étudiés.

Nous terminerons la description chimique de l'arbre avec un dérivé d'un phénol : le 5-[2-(Z)-heptadecenyl]-résorcinol, constituant essentiel du latex et qui est considéré comme responsable des réactions allergiques fréquemment observées lors de la manipulation du fruit.

Les activités pharmacologiques des différentes parties du manguier, feuille, fruit, amande, écorce ainsi que celles de la mangiférine se révèlent variées.

La mangiférine possède un effet diurétique et inotrope(+). La graine fournit une huile possédant de faibles risques coronariens et atherogènes et les fibres du fruit montrent une légère capacité à fixer le cholestérol. Ces caractéristiques confèrent au manguier un intérêt dans le domaine cardiovasculaire. Il a été observé d'autre part une activité inhibitrice des MAO par la mangiférine extraite de *Canscora decussata*.

L'activité antibactérienne observée se retrouve dans les extraits aqueux de feuilles et d'écorce ainsi que dans les extraits alcooliques d'amande et d'écorce. Elle peut être dûe en partie à la mangiférine qui présente une activité envers les germes gram(+) tels que les staphylocoques, les streptocoques et les pneumocoques présents communément dans la flore bactérienne buccale. Ce pouvoir antibactérien des différents extraits est d'autant plus intéressant qu'il ne rencontre pas de résistance contrairement à certains antibiotiques.

L'activité antibactérienne du manguier peut être associée à une activité antifongique modérée de l'extrait alcoolique d'amande envers *C. lunata* et *T. mentagrophytes*, à une activité antiparasitaire de l'écorce envers *Giardia duodenalis* ainsi qu'à une activité antivirale envers herpès simplex I et II.

Il est d'autre part intéressant de noter que l'activité antibactérienne de l'extrait aqueux de feuille est associée à une activité anti-inflammatoire sur la muqueuse buccale. L'extrait alcoolique d'amande possède également une activité anti-inflammatoire lors de phénomènes inflammatoires aigus, prolifératifs et immunobiologiques.

Enfin, l'extrait alcoolique d'écorce exerce une activité cytotoxique envers certaines cellules tumorales du colon, pulmonaires et rénales. Cette constatation vient compléter les observations faites pour la mangiférine qui induit une prolifération des lymphocytes T et stimule l'immunité non spécifique en activant les macrophages.

L'étude chimique et pharmacologique du manguier aboutit à la constatation qu'il est doté d'activités pharmacologiques variées qui sont souvent mises en pratique traditionnellement par l'emploi d'extraits aqueux ou alcooliques des différentes parties de plante.

Il est difficile cependant d'établir une relation entre les activités et les structures déterminées du fait de la présence de nombreux constituants qui pourraient en effet agir de façon synergique. On peut toutefois attribuer un rôle important à la mangiférine pour laquelle il a été clairement démontré une activité antibactérienne et cardiovasculaire. Elle possède également une activité sur le SNC ainsi qu'un potentiel antitumoral.

Ces constatations permettent de dégager l'intérêt du manguier pour la phytothérapie qui va se positionner à différents niveaux :

Tout d'abord, le manguier est un arbre fruitier qui fournit abondamment des fruits possédant de bonnes qualités nutritives. Sur le plan diététique, le fruit constitue un bon apport nutritionnel intéressant de par ses teneurs en vitamine A, B et C. Sa consommation régulière dans les pays du Tiers-Monde contribuerait à lutter contre l'avitaminose A qui sévit dans ces pays.

D'autre part, la composition en acides gras de la graine permettrait d'obtenir une huile dont les qualités se rapprocheraient de celle de l'huile de tournesol utilisée en alimentation humaine ou en cosmétologie. La graine pourrait être une source de protéines pour l'alimentation du bétail et sa richesse en amidon lui confère un intérêt dans l'industrie textile et papetière.

Mais principalement, le manguier pourrait être source de principes actifs de médicaments de phytothérapie. L'usage du manguier (écorce et feuille) dans les pathologies infectieuses, ORL et buccopharyngées pourraient être développées grâce à son activité antibactérienne associée à une activité anti-inflammatoire. Il s'agit là d'un usage courant en Inde.

Il présente également un intérêt pour le traitement des diarrhées, infectieuses ou non, par son activité antibactérienne, antiparasitaire et la présence de tanins.

Il peut également servir de matière première pour l'extraction de principes actifs comme la mangiférine qui possède de réelles qualités pharmacologiques et qui pourrait entrer dans la composition d'un médicament, sous réserve de préciser le mode d'action, complété par des essais cliniques.

VIII. BIBLIOGRAPHIE

- Abd El Aal M.H., Gomaa E.G. & Karara H.A. - 1987
Bitter almond, plum and mango kernels as sources of lipids
Fat Sci. Technol., **89**(8), 304-306
- Ad Jansen M.D., De Lijster de Raadt J., Van Tourenbergen AW, Roy Gerth van Wijk M.D. - 1992
Allergy to pistachio nuts
Allergy Proc., **13**(5), 255-258
- Akendengue B. - 1992
Medicinal plants used by the Fang traditional healers in Equatorial Guinea
Journal of Ethnopharmacology, **37**, 165-173
- Anjaneyulu V., Harischandra Prasad K. Ravi K. et Connolly J.D. - 1985
Triterpenoids from *Mangifera indica*
Phytochemistry, **24**(10), 2359-2367
- Anjaneyulu V., Harischandra Prasad K. et Sambasiva Rao G. - 1982
Triterpenoids of the leaves of *Mangifera indica*
Indian Journal of Pharmaceutical Sciences, **44**(3), 58-59
- Anjaneyulu V., Ravi K., Harischandra Prasad K. et Connolly J.D. - 1989
Triterpenoids from *Mangifera indica*
Phytochemistry, **28**(5), 1471-1477
- Anjaneyulu V., Suresh Babu J. et Connolly J.D.-1994
29-Hydroxymangiferonic acid from *Mangifera indica*
Phytochemistry, **35**(5), 1301-1303
- Anjaneyulu V., Suresh Babu J., Murali krishna M. et Connolly J.D.-1993
3-Oxo-20S,24R-epoxy-dammarane-25 ξ ,26-diol from *Mangifera indica*
Phytochemistry, **32**(2), 469-471
- Aritomi M., Kawasaki T- 1970.
A Mangiferin Monomethyl Ether from *Mangifera indica*
Chem. Pharm. Bull, **18**(11), 2224-2234
- Bandhyopadhyay C, Gholap AS, Mamdapur V.R-1985.
Characterization of alkenyl resorcinol in mango (*Mangifera indica*) latex
J. Agric. Food chem., **33**(3), 377-379
- Bhaskarachary K, Sankar Rao D.S., Deosthale Y.G., Reddy V-1995.
Carotene content of some common and less familiar foods of plant origin
Food Chemistry, **54**, 189-193
- Bhattacharya S.K., Sanyal A.K. & Ghosal S.-1972b
Monoamine Oxydase-Inhibiting Activity of Mangiferin isolated from *Canscora decussata*,
Naturwissenschaften, **59**, 651-652
- Bosé J.L., Siddiqui S. - 1948
J. Sci. Ind. Res. (India), **7B**, 100
- Brekke J.E.-1992
Tropical fruits in Encyclopedia of Food Science & Technology, **4**, 2603-2608
Hui Y.H., John Wiley & Sons, Inc., New York

- Bontius (de Bondt) J. - 1658
 Historia Naturalis et Medicae India Orientalis, Lib VI, Amsterdam, 94-95 in
 Kostermans A.J.G.H.- 1993
- Brock J.H., Mainou-Fowler T. & Webster L.M.-1986
 Evidence that transferrin may function exclusively as an iron donor in promoting lymphocyte proliferation
 Immunology, **57**, 105-110
- Bruneton J.-1993
 Plantes médicinales
 Technique et documentation, Lavoisier, Paris
- Burton D, Nursten H.E.-1956
 The chemistry of vegetable tannins, A symposium, Croydon, S.L.T.C.
- Carpenter I., Locksley H.D., Scheinmann F.- 1969
 Xanthones in higher plants: biogenetic proposals and a chemotaxonomic survey,
 Phytochemistry, **8**, 2013-2026
- Chakrabarti D.K., Ghosal S.-1989
 The disease cycle of mango malformation induced by *Fusarium moniliformae* and the curative effects of mangiferin metal chelates
 J. Phytopathol. **125**, 238-246
- Chait A., Ornitiri A., Nicoll A., Rabaya E., Davies J, Lewis B.-1974
 Reduction of serum triglyceride levels by polyunsaturated fat. Mode of action and on very low density lipoprotein composition
 Atherosclerosis, **20**, 347-364
- Chattopadhyay S., Chattopadhyay U., Shukla S.P., Ghosal S.-1984
 Effects of mangiferin, a naturally occurring glucosylxanthone, on reproductive functions of rats
 Pharm. Res., **6**, 279-282
- Chattopadhyay V., Das S., Guha S., Ghosal S.-1987,
 Activation of lymphocytes of normal and tumor bearing mice by mangiferin, a naturally occurring glucosylxanthone
 Cancer Letters, **37**(3), 293-299
- Chhabra S.C., Mahunnah R.L.A., Mshiu E.N.-1987
 Plants used in traditional medicine in eastern Tanzania. I. Pteridophytes and Angiosperms
 Journal of Ethnopharmacology, **21**, 253-277
- Corsano S., Mincione E.-1967
 Ann. chim. (Rome), **57**, 522 in MacLeod 1985, Phytochemistry, **24**(10), 2359-2367
- Craveiro A.A., Andrade C.H.S., Matos F.J.A., Alencar J.W., Machado M.I.L.-1980
 Volatiles constituents of *Mangifera indica* L.
 Rev. Latino-amer. quim., **11**, 129
- Delaveau P. -1974
 "Plantes agressives et poisons végétaux"
 Horizons de France, Paris

- Das P.C., Ashesh Das, Suvra Mandal, Islam C.N., Dutta M.K., Patra B.B., Sikdar S., Chakrabarty P.K.-1989
Antiinflammatory and antimicrobial activities of the seed kernel of *Mangifera indica*
Fitoterapia, **60**(3), 235-240
- El Ansari M.A., Rajadurai S., Nayudamana Y. - 1967
Studies on the polyphenols of *Mangifera indica* bark
Leather Sciences, **14**, 247-251
- El Ansari M.A., Reddy K.K., Sastry K.N.S., Nayudamma Y.- 1968
Polyphenolic components of mango (*Mangifera indica*) pannicles
Leather Sciences, **15**, 295-299
- El Ansari M.A., Reddy K.K., Sastry K.N.S., Nayudama Y. - 1969
Polyphenolic components of mango (*Mangifera indica*) fruit
Leather Sciences, **16**, 13-14
- El Ansari M.A., Reddy K.K., Sastry K.N.S., Nayudama Y. - 1971
Polyphenols of *Mangifera indica*
Phytochemistry, **10**(9), 2239-2241
- El Sissi H.I., El Ansari M.A.I. - 1966b
Phenolic components of *Mangifera indica*. Part III
Planta Med., **14**, 171-178
- El Sissi H.I., Ishak M.S., Abd El Wahid M.S. & El Ansari M.A. - 1971
The gallotannins of *Rhus Coriaria* and *Mangifera indica*
Planta Med., **19**, 342-351
- El Sissi H.I., Saleh N.A.M. - 1964
Phenolic components of *Mangifera indica*. Part I
Planta Med., **12**, 421-427
- El Sissi H.I., Saleh N.A.M. - 1965
Phenolic components of *Mangifera indica*. Part II
Planta Med., **13**(3), 346-352
- El Sissi H.I. Saleh N.A.M. - 1970a
Phenolic components of *Mangifera indica*
Planta Med., **18**, 73-78
- El Sissi H.I., Saleh N.A.M. - 1970b
Phenolic components, plant-and amino-acids of *Mangifera indica* (part V)
Planta Med., **18**, 185-191
- El Sissi H.I., Saleh N.A.M., El Sherbeiny A.E.A., El Ansari M.A. - 1965
Qual. Plant. & Mater Veg., **12**, 262 in El Sissi H.- 1971, Planta Med, **19**, 342-351
- El Sissi H.I., Saleh N.A.M., Abd El Wahid M.S. - 1966
The tannins of *Rhus coriaria* and *Mangifera indica*
Planta Med., **14**, 222
- Fang T.T. - 1965
Mem. Coll. Agric. Nat. Taiwan Univ., **8**(2), 236 in Hulme A.C.- 1971

- Feng, P.C., Haynes L.J., Magnus K.E., Plimmer J.R. - 1964
Further pharmacological screening of some West Indian medicinal plants
J. Pharm. Pharmacol., **16**, 115-117
- Foda Y.H., Hamed M.G.E., Abd Allah M.A. - 1971
Research Bulletin, **13**, 455 in Parmar S.S. - 1984, Indian Food Packer, **38**(5), 40-46
- Gafur M.A., Rahman M.S., Ahmed G.M. - 1993
Studies on the selection of suitable solvent mixture for the extraction of mango seed lipids -
Bangladesh J. Sci. Ind. Res., **28**(4), 100-109
- Gaydou E.M., Bouchet P. - 1984
Sterols, methyl sterols, triterpene alcohols and fatty acids of the kernel fat of different Malagasy
mango (*Mangifera indica*) varieties
J.A.O.C.S., **61**(1), 1589-1593
- Geroso A.M., Elpern D.J. - 1992
Some observations on mango and mokihana dermatitis from Hawaii
Contact Dermatitis, **26**(5), 346-347
- Gholap A.S., Bandyopadhyay C. - 1977
Characterisation of green aroma of raw mango (*Mangifera indica* L.)
J. Sci. Fd. Agric., **28**, 885-888
- Ghosal S., Biswas K., Chakrabarti D.K., Basu Chandhary K.C. - 1977
Control of fusarium wilt of safflower by mangiferin
Phytopathology, **67**, 548-550
- Ghosal S., Biswas K., Chattopadhyay K. - 1978
Differences in the chemical constituents of *Mangifera indica*, infected with *Aspergillus niger* and
Fusarium moniliformae
Phytochemistry, **17**, 689-694
- Ghosal S., Chakrabarti D.K. - 1988
Difference in phenolic and steroidal constituents between healthy and infected florets of *Mangifera
indica*
Phytochemistry, **27**(5), 1339-1343
- Ghosal S., Chakrabarti D.K., Biswas K., Kumar Y. - 1979
Toxic substances produced by *Fusarium moniliformae*. X. Concerning the malformation disease of
mango
Experientia, **35**(83), 1633-1634
- Goes M.E.P.L., Martins C.B., Feitosa Teles F.F., Matos F.J.A., Guedes Z.B.,
Ferreira Oriá H. 1994
Moisture content and fatty acid composition of five tropical fruits
Revista Ceres **41**(235), 234-243
- Guha S., Chattopadhyay U. et Ghosal S. - 1993
Activation of peritoneal macrophages by mangiferin, a naturally occurring xanthone
Phytotherapy Research, **7**, 107-110
- Hathway D.E. - 1956
Biochem. J., **63**, 386 in El Sissi H.I., Saleh N.M.A. - 1970, Planta Med, **18**, 185-191

Hercberg S., Dupin H., Papoz L., Galan P. - 1985
Nutrition et santé publique
Technique et Documentation - Lavoisier - Paris

Hooper P.A., Leonard B.E. - 1965
Pharmacological properties of some West Indian medicinal plants
J. Pharm. Pharmacol., **17**, 98-107

Hulme A.C. - 1971
The biochemistry of fruits, their products -Vol. 2, Chap.6

Idstein H., Schreier P. - 1985
Volatile constituents of alphonso mango (*Mangifera indica*)
Phytochemistry, **24**(10), 2313-2316

Imbesi A. - 1964
"Index plantarum" - ed. Messina

Iseda Syun -1957
On mangiferin, the coloring matter of mango (*Mangifera indica* L.)
Bull. Chem. Soc. Jpn, **30**(6), 625

Jain N.L. - 1961
Chemistry & technology of mango
Rev. Food. Technol., **3**, 131-162

Jungalwala F.B., Cama H.R. - 1963
Carotenoids in mango (*Mangifera indica*) fruit
Indian J. Chem., **1**, 36-40

Kambu K., Tona L., Luki N., Cimanga K., Makuba W. - 1989
Evaluation de l'activité antimicrobienne de quelques préparations traditionnelles antidiarrhéiques
utilisées dans la ville de Kinshasa - Zaire
Bull. Med. Trad. Pharm., **3**(1), 15-24

Keil H., Wasserman D., Dawson C.R. - 1946
Mango dermatitis and its relationship to poison ivy hypersensitivity
Ann. Allergy, **4**, 268-281

Kent-Jones -1976
Modern Cereal Chemistry (6th ed.)
Food Trade press Ltd, London - 557-560

Kerharo J. - 1969
Sur deux anacardiacées alimentaires introduites au Sénégal
Afr. Med., **8** (71), 513-517

Khan M.A., Khan M.N.I. - 1988
Amino acid and sugar constituents of flowers of *Mangifera indica*
Pakistan J. Sci. Ind. Res., **31**(12), 833

Khan M.A., Khan M.N.I. - 1989
Alkyl gallates of blossoms of *Mangifera indica*
Fitoterapia, **60**, 284

- Khan M.N.I., Nizami S.S., Khan M.A. - 1993
New saponins from *Mangifera indica*
J. Nat. Prod., **56**(5), 767-770
- Khan M.A., Nizami S.S., Khan M.N.I., Azeem S.W. - 1992
Biflavone from *Mangifera indica*
Pakistan Journal of Pharmaceutical Sciences, **5**(2), 155-159
- Khan M.A., Nizami S.S., Khan M.N.I., Azeem S.W.- 1995
New chromones from the roots of *Mangifera indica*
Fitoterapia, **65**(5), 424-424
- Khan M.A., Nizami S.S., Khan M.N.I., Azeem S.W., Ahmed Z. - 1994
New triterpenes from *Mangifera indica*
J. Nat. Prod., **57**(7), 988-991
- Kirby-Smith J.L. - 1938
Mango dermatitis
Am. J. Trop. Med., **18**, 373-384
- Kohli K., Qadry J.S., Ali M. - 1987
Protein, amino acids and ascorbic acid in some cultivars of mango
J. Sci. Food Agric., **39**, 247-252
- Kostermans A.J.G.H., Bompard J.M. - 1993
The mangoes, their botany, nomenclature, horticulture and utilization
Academic press.- London
- Lampe K.F. - 1986
Poisonous anacardiaceae of South America -
Clinics in Dermatology, **4**(2), 175-176
- Lasztity R, El Shafei MA, Abdel Samei MB, Hatour FS, Labib M. -1988
Biochemical studies of some non conventional sources of protein.Part 4 The proteins of mango waste stone kernel
Die Nahrung,**32**(9), 867-873
- Le Grand A. - 1989
Les phytotherapies anti-infectieuses de la foret - savane, Senegal (Afrique occidentale) III: Un résumé des substances phytochimiques et l'activité antimicrobienne de 43 especes
Journal of Ethnopharmacology, **25**, 315-338
- Le Grand A., Wondergem P.A. - 1987
Les phytotherapies anti-infectieuses de la foret-savane, Sénégal (Afrique occidentale)
I : un inventaire
Journal of Ethnopharmacology, **21**, 109-125
- Longuefosse J.L.- 1995
"100 plantes médicinales de la Caraïbe", Gondwane - Trinité, Martinique.
- Lund D.E. - 1984
Cholesterol binding capacity of fiber from tropical fruits and vegetables
Lipids, **19**(2), 85-90

- Lyapkov, B.G. - 1978
Effect of rations with an elevated proportion of sunflower oil on the formation rate in the liver, secretion into the blood and composition in the blood of very low density lipoproteins
Vopr. Pitan, **3**, 16-19
- MacLeod A.J., Gonzales de Troconis N. - 1982-
Volatile flavour components of mango fruit
Phytochemistry, **21**(10), 2523-2526
- MacLeod A.J., Pieris N.M. - 1981
Volatile flavor components of Soursop (*Annona muricata*)
J. Agric. Food Chem., **29**, 488-490
- MacLeod A.J., Pieris N.M. - 1984
Comparison of the volatile components of some mango cultivars
Phytochemistry, **23**(2), 361-366
- MacLeod A.J., Snyder C.H. - 1985
Volatile components of two cultivars of mango from Florida
J. Agric. Food Chem., **33**, 380-384
- Makinde M.A., Egungwu A.L., Okochi V.I. - 1982
Studies on mango fruit endosperm : chemical composition and potential utilization
Food Industries and the Environment - Int. Symp., Budapest, Hungary
- Mele L., West K.P., Kusdiono Jr., Pandji A., Nendrawati H., Tilden R.L., Tarwotjo I. - 1991
Nutritional and household risk factors for xerophthalmia in Aceh, Indonesia : a case-control study
Am. J. Clin. Nutr., **53**(6), 1460-1465
- Mentzer C., Rakoto Ratsimamanga A. - 1966
Mangiferin compositions
Patent specification, G.B. 1099 764 680117
- Miell J., Papouchado M., Marshall A.J. - 1988
Anaphylactic reaction after eating a mango
British Medical Journal, **297**(6664), 1639-1640
- Moharram Y.G., Moustafa A.M. - 1982
Fd. Chem., **8**, 26 in Parmar S.S. - 1984, Indian Food Packer, **38**(5), 40-46
- Muanza D.N., Euler K.L., Williams L., Newman D.J. - 1995
Screening for antitumor and anti-HIV activities of nine medicinal plants from Zaire
Int. J. Pharmacog., **33**(2), 98-106
- Muanza D.N., Kim B.W., Euler K.L., Williams L. - 1994
Antibacterial and antifungal activities of nine medicinal plants from Zaire
Int. J. Pharmacog., **32**(4), 337-345
- Nott P.E., Roberts J.C. - 1967
The structure of mangiferin
Phytochemistry, **6**, 741-747

- Okai D.B., Aboagye J. - 1990
The effects of mango seed kernel meal on the performance of growing rats
Biological Wastes, **34**(2), 171-175
- Pantastico E.R.B. - 1975
Post harvest physiology handling & utilization of tropical & subtropical fruits & vegetables
Avi, Westport, CT
- Parmar S.S., Sharma R.S. - 1984
Mango seed kernels : a review on chemical composition and edible uses
Indian Food Packer, **38**(5), 40-46
- Patel V.K., Venkatakrishna Bhatt H. - 1992
Folklore therapeutic indigenous plants in periodontal disorders in India (review, experimental and clinical approach)
Therapy & Toxicology, **26**(4), 176-184
- Penso G. - 1986
Les plantes médicinales dans l'art et l'histoire
Roger Dacosta - Paris
- Pilar Cano M. et de Ancos B. - 1994
Carotenoid and carotenoid ester composition in mango fruit as influenced by processing method
J. Agric. Food. Chem., **42**, 2737-2742
- Ponce-Macotela M., Navarro-Alegria I., Martinez-Gordillo M.N., Alvarez-Chalon R. - 1994
Efecto anti-giardiasico in vitro de 14 extratos de plantas
Rev. Invest. Clin., **46**, 343-347
- Proctor J.T.A., Creasy L.L. - 1969
The anthocyanin of the mango fruit
Phytochemistry, **8**, 2108
- Quinones V.L., Guernant N.B., Dutcher R.A. - 1944
Fd Res., **9**, 45 in Hulme A.C. - 1971
- Reddy M.B., Reddy K.R., Reddy M.N. - 1989
A survey of plant crude drugs of Anantapur district, Andhra Pradesh, India
Int. J. Crude Drug Res., **27**(3), 145-155
- Rosen D.S., MPA M.P.H., Sloan N.L., DrPh, Del Rosario A., de la Paz MS et T.C. - 1994
Risk factors for vitamin A deficiency in rural areas of the Philippines
Journal of Tropical Pediatrics, **40**(2), 82-87
- Saleh N.A.M., El Ansari M.A.I. - 1975
Polyphenolics of twenty local varieties of *Mangifera indica*
Planta Med., **28**, 125-130
- Selvaraj Y., Kumar R., Pal D.K. - 1982
Changes in sugars, organic acids, amino acids, lipids constituents and aroma characteristics of ripening mango (*Mangifera indica*)
J. Fd. Sci. Technol., **26**(6), 308-313

Shanmugasundaram E.R.B., Niranjali S., Shyamaladevi C.S., Radha-Shanmugasundaram K. et Laddha G.S. - 1982

The effect of feeding mango kernel fat on blood lipids and lipoproteins of rats

Nutrition Reports International, **25**(4), 697-708

Sharma S.K., Ali M. - 1992

Amino acid and carbohydrate composition of stem bark of some cultivars of *Mangifera indica*

J. Indian Chem. Soc., **69**(12), 891-892

Sharma S.K. et Ali M. - 1993 (a)

Chemical constituents of stem bark of *Mangifera indica* cultivar Dusehri

Indian Drugs, **30**(9), 446-449

Sharma S.K., Ali M. - 1993 (b)

Sesquiterpenic constituents of the stem bark of *Mangifera indica* cultivar Chausa

Indian J. Nat. Prod., **9**(2), 3-5

Sharma S.K., Ali M. - 1994

Triterpenic constituents of stem bark of *Mangifera indica* cultivar Chausa

Indian J. Pharm. Sci., **56**(2), 53-56

Shibahara A., Yamamoto K., Nakayama T., Kajimoto G. - 1986

Cis-vaccenic acid in mango pulp lipids

Lipids, **21**(6), 388-393

Shibahara A., Yamamoto K., Shinkai K., Nakayama T., Kajimoto G. - 1993

Cis-9, cis-15-Octadecadienoic acid : a novel fatty acid found in higher plants

Biochimica et Biophysica Acta, **1170**, 245-252

Simmons J.S., Bolin Z.E. - 1921

Dermatitis venenata produced by an irritant present in the stem sap of the mango (*M. indica* L)

Am. J. Trop. Med., **1**, 351-374

Singh L.B. - 1960

The mango

Leonard Hill Book Ltd - London

Singh L.B., Bosé J.L. - 1961

Chemical examination of mango pannicles

J. Sci. Industr. Res., **20B**, 296-297

Spritz N., Mishkel M.A. - 1969

Effects of dietary fats on plasma lipids and lipoproteins ; an hypothesis for the lipid - lowering effect of unsaturated fatty acids

J. Clin. Invest., **48**, 78-86

Soule N.J., Harding P.L. - 1956 in Hulme A.C. - 1971

Srinivasan K.K., Sankara Subramanian S., Mohan Kotian K., Shivananda P.G. - 1982

Antibacterial activity of mangiferin

Arogya - J. Health Sci., **8**(2), 178-180

Stahl A.L. - 1935 in Hulme A.C. - 1971

- Tanaka T., Sueyasu T., Nonaka G. Nishioka I. - 1984
Tannins and related compounds. XXI. Isolation and characterization of galloyl and *p*-hydroxybenzoyl esters of benzophenone and xanthone C-glucosides from *Mangifera indica*
Chem. Pharm. Bull., **32**(7), 2676-2686
- Velan M., Krishnan M.R.V., Lakshmanan C.M. - 1995
Conversion of mango kernel starch to glucose syrups by enzymatic hydrolysis
Bioprocess Engineering, **12**, 323-326
- Van Pee W., Boni L., Foma M., Hendrikx A. - 1981
Fatty acids composition and characteristics of the kernel fat of different mango seed
J. Sci. Food. Agric., **32**, 485-488
- Vinci G., Botre F., Mele G., Ruggieri G. - 1995
Ascorbic acid in exotic fruits : a liquid chromatographic investigation
Food Chemistry, **53**, 211-214
- Weniger B., Rouzier M., Daguilh R., Henrys D., Henrys J.H., Anton R. -1986
La medecine populaire dans le plateau central d'Haiti. Inventaire ethnopharmacologique
Journal of Ethnopharmacology, **17**, 13-30
- Wilbert W., Haiek G. - 1991
Phytochemical screening of Warao pharmacopoeia employed to treat gastrointestinal disorders
Journal of Ethnopharmacology, **34**, 7-11
- Wilson C.W., Shaw P.E., Knight R.J. Jr. - 1990
Importance of some lactones and 2,5-dimethyl-4-hydroxy-3(2H)-furanone to mango (*Mangifera indica* L.) aroma
J. Agric. Food. Chem., **38**, 1556-1559
- Yuyama L.K.O., Favaro R.M.D., Yuyama K., Vannucchi H. - 1991
Bioavailability of vitamin A from peach palm (*Bactris gasipaes* H.B.K.) and from mango (*Mangifera indica* L.) in rats
Nutrition Research, **11**, 1167-1175
- Zheng Min-shi, Lu Zhong-yi - 1990
Antiviral effect of mangiferin and isomangiferin on herpes simplex virus
Chinese Medical Journal, **103**(2), 160-165
- Zhu-XM, Song-JX, Huang-ZZ, Wu-YM, Yu-MJ - 1993
Antiviral activity of mangiferin against herpes simplex virus type 2 in vitro
Acta Pharmacol. Sin., **14**(5), 452-454



**AUTORISATION D'IMPRESSION
ET DE
SOUTENANCE**

De la Thèse dont l'intitulé est :

de manguiers : intérêt pour la phytothérapie

CANDIDAT : M Christina Fouehot

Vu

GRENOBLE, le 19/07/1996 Le Président du Jury

A. Lamotte

Vu

GRENOBLE, le 23-7-96 P/ Le Président de l'Université
Joseph FOURIER - GRENOBLE I
Sciences. Technologie. Médecine

Le Directeur de l'U.F.R.
Pharmacie



A. Favier

A. FAVIER

